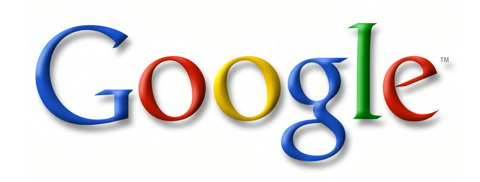
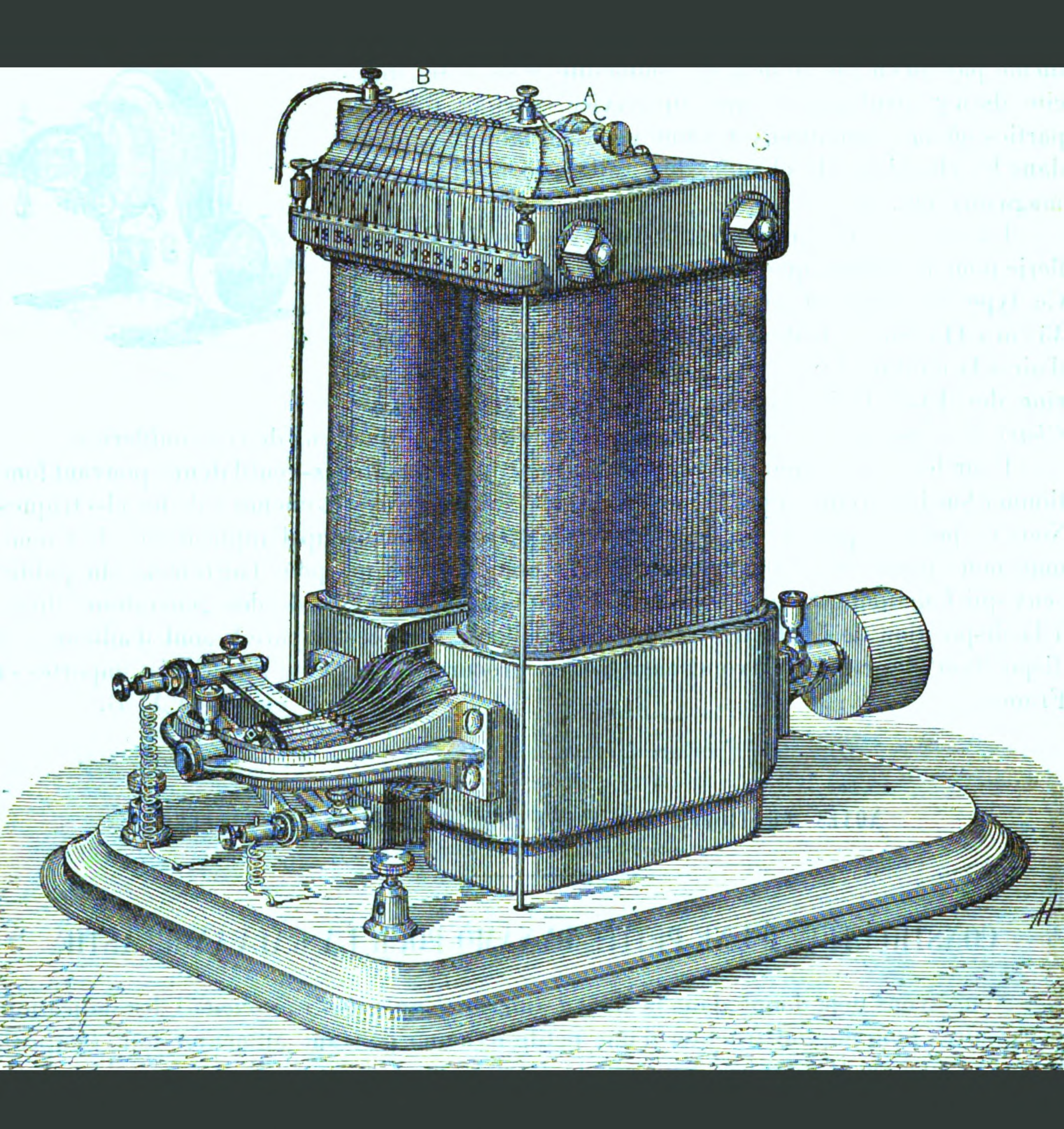




L'Electricien; revue internationale de ...




Digitized by Google

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ

ET DE SES APPLICATIONS

6

L'ÉLECTRICIEN

Revue Internationale de l'Électricité et de ses Applications

ONZIÈME ANNÉE

Directeur et Rédacteur en chef :

J.-A. MONTPELLIER

Secrétaire de la Rédaction : Aug. MICHAUT

DEUXIÈME SÉRIE

TOME DEUXIÈME

JUILLET-DÉCEMBRE 1891

PARIS
GEORGES CARRÉ, ÉDITEUR
58, Rue Saint-André-des-Arts, 58

1891

2e Série. — Tome II. N° 27 4 Juillet 1891.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

COUPLEUR AUTOMATIQUE

POUR INSTALLATIONS DOMESTIQUES D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

L'emploi des piles pour l'éclairage n'aurait plus aujourd'hui sa raison d'être si l'on pouvait installer partout et à peu de frais la force motrice nécessaire pour actionner des dynamos.

Dans les installations domestiques, c'est-à-dire dans celles qui ne comportent au plus qu'une dizaine de lampes à incandescence, la solution la plus économique et la plus pratique consiste à alimenter ces lampes par de petits accumulateurs chargés par quelques éléments de pile.

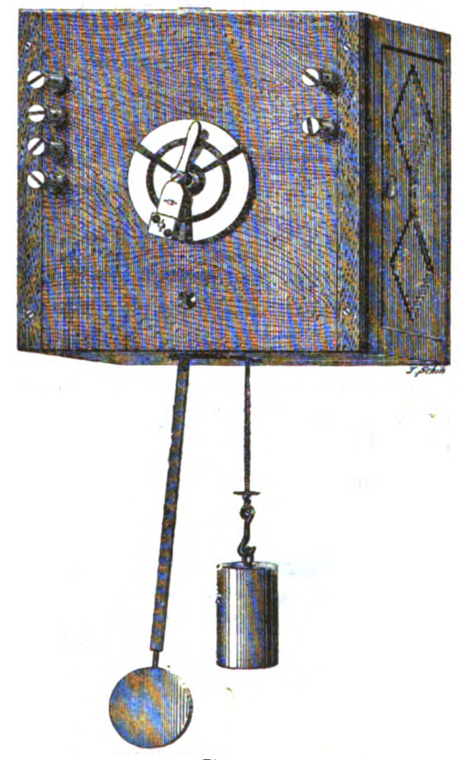


Fig. 1.

Les accumulateurs étant toujours montés en tension et par conséquent toujours prêts à alimenter les lampes, on peut, avec un petit nombre d'éléments de pile, les charger successivement soit un par un, soit deux par deux ou trois par trois, etc. Cette disposition permet en outre de continuer la charge pendant la durée de l'éclairage.

Pour charger successivement chaque groupe d'accumulateurs, il est nécessaire de modifier les communications de la pile à intervalles réguliers. Cette opération peut se faire à la main en détachant les fils de pile d'une série d'accumulateurs pour les fixer sur la suivante, ou mieux encore, à l'aide d'un coupleur à cheville ou à manette. Mais cette manœuvre assujétissante peut s'effectuer automatiquement et plusieurs inventeurs, parmi lesquels MM. Bablon et Radiguet, ont imaginé des coupleurs très ingénieux qui fonctionnent parfaitement.

L'appareil que nous allons décrire est plus simple que ces dispositifs et, par suite, d'un prix moins élevé. Nous avons eu l'occasion d'en faire usage et nous avons pu nous rendre compte de son bon fonctionnement.

La figure 1 représente l'ensemble de l'appareil, qui n'est autre chose qu'une horloge comtoise dans laquelle on a supprimé le cadran et les aiguilles. Le cadran a été remplacé par une planchette sur laquelle sont fixées deux couronnes en laiton, chacune d'elles étant divisée en autant de secteurs qu'on a de groupes d'accumulateurs à charger.

Un bras mobile, muni de deux frotteurs, est fixé sur l'axe des aiguilles qui l'entraîne dans son mouvement. Par conséquent, ce bras mobile fait une révolution complète en

douze heures. On peut modifier cette vitesse en augmentant ou en diminuant la longueur du balancier.

Les communications de ce coupleur sont indiquées sur la figure 2.

Les fils de pile (positif et négatif) sont amenés à deux bornes P — et P +, fixées également sur la planchette. Une communication est établie, d'une part, entre la borne P — et le massif du coupleur et, d'autre part, entre la borne P + et une douille D (fig. 3) traversant la planchette et isolée de l'axe des aiguilles et par conséquent du massif.

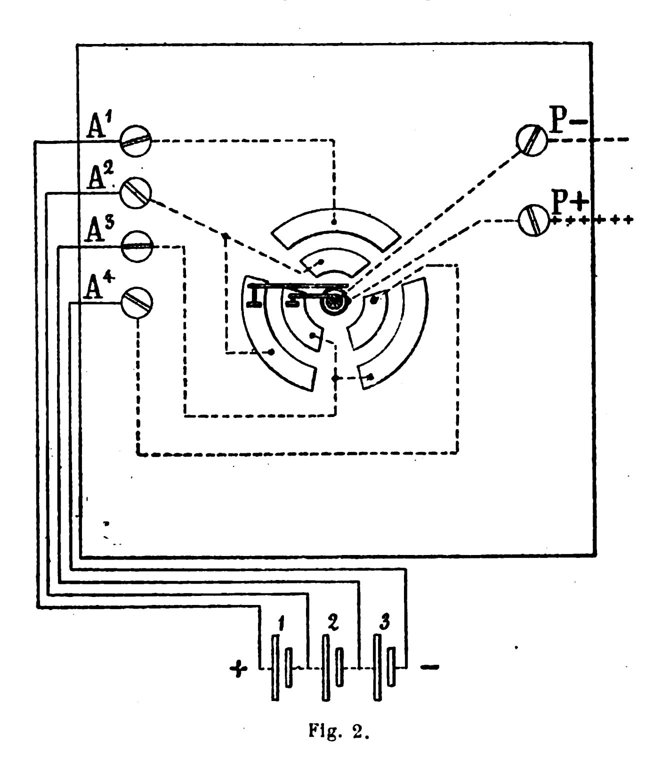


Fig. 2.

Les conducteurs venant de la batterie d'accumulateurs, divisée sur la figure en trois groupes, sont attachés aux bornes $A^1A^2A^3A^4$. La borne A^1 est reliée au premier secteur de la couronne extérieure ; A^2, au second secteur de la couronne extérieure et au premier de la couronne intérieure ; A^3, au troisième secteur de la couronne extérieure et au second de la couronne intérieure ; enfin, A^4 communique avec le troisième secteur de la couronne intérieure. En suivant les communications indiquées sur la figure, on voit par exemple, que. lorsque le bras mobile appuie par ses frotteurs sur les deux secteurs n° 2, la pile de charge a son pôle négatif en communication avec le massif et par l'intermédiaire de ce dernier avec le frotteur qui se trouve à ce moment sur le deuxième secteur de la couronne intérieure, relié lui-même à la borne A^3 et par consé-

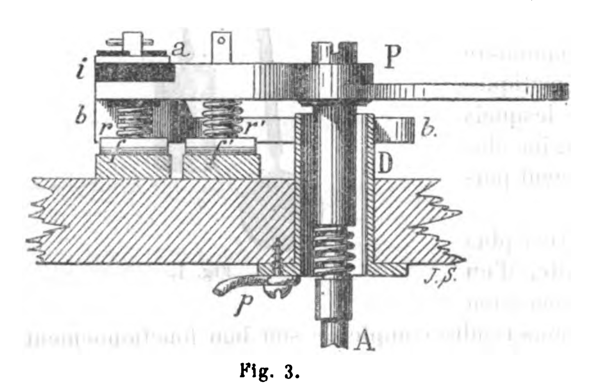


Fig. 3.

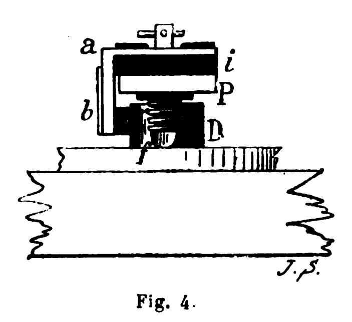


Fig. 4.

quent au négatif du deuxième groupe d'accumulateurs. Le positif de ce groupe aboutissant à la borne A^2 est en communication avec le pôle positif de la pile de charge par le secteur n° 2 de la couronne extérieure, le frotteur, un ressort lame dont il sera parlé plus bas, la douille D et la borne P +.

Le bras mobile est représenté dans tous ses détails par les figures 3 et 4.

L'axe des aiguilles A porte le bras P muni de deux frotteurs *ff'*. Ces frotteurs ont une surface assez grande pour pouvoir donner passage à des courants assez intenses sans échauffement des points de contact. Ils sont montés sur une tige qui traverse à frottement doux le bras P ; des ressorts en boudin *rr'* maintiennent un bon contact entre les frotteurs et les secteurs des couronnes.

L'axe A, faisant partie du massif de l'appareil qui est relié à la borne P —, l'ensemble du bras P et le frotteur *f'* sont, par suite, en communication permanente avec le pôle négatif de la pile. Quant au frotteur *f*, il est isolé du bras P par une plaque d'ébonite *i* et un anneau de même matière qui entoure la tige du frotteur ; un ressort *bb* fixé à une équerre en laiton *a* établit la communication entre le frotteur *f* et la douille D sur laquelle est fixé le fil de communication *p* allant à la borne P + où aboutit le pôle positif de la pile.

Avec cet appareil il n'est plus nécessaire, comme on le voit de se préoccuper d'effectuer des permutations qui se font automatiquement.

Il suffit de remonter le poids périodiquement, pour assurer un fonctionnement régulier de jour comme de nuit, et avoir la certitude que les accumulateurs sont toujours chargés.

J.-A. Montpellier.

SUR LE RÉGIME LE PLUS ÉCONOMIQUE DE FONCTIONNEMENT DES LAMPES A INCANDESCENCE

On admet en général qu'il y a souvent intérêt à pousser les lampes à incandescence, c'est-à-dire à les porter à une température plus élevée, ce régime correspondant à une moindre quantité de watts absorbés pour une même intensité lumineuse produite.

Mais si l'on admet cette vérité, il arrive rarement qu'on l'applique, et si l'on veut en tout cas utiliser ce moyen de faire une économie, on ne trouve guère de règle pratique permettant de déterminer le régime qui convient. La raison semble consister en ce que les courbes des lampes à incandescence ne sont pas calculables analytiquement et varient trop non seulement de forme mais même d'allure avec les différents cas. Dans le calcul des canalisations, la loi de Thompson fournit une expression mathématique simple ; ici rien de semblable.

Notre but a été de donner une méthode graphique générale et très simple, permettant de chercher sans peine le régime le plus économique de fonctionnement dans chaque cas pratique. Il ne faudrait pas y chercher autre chose qu'une méthode générale laissant entrer tous les résultats trouvés et à trouver, quels qu'ils soient.

Si nous indiquons des résultats d'applications et des conclusions, les courbes et les valeurs que nous donnons n'ont pas la prétention d'être les seules vraies. D'autres lampes peuvent fournir des allures tout à fait différentes.

La méthode nous a semblé être simple et à la portée de tous, c'est pourquoi nous la publions.

Le prix de revient d'une lampe à incandescence pendant une heure est représenté par la somme de trois valeurs qui sont :

1° Amortissement de l'installation sauf la lampe ;

2° Prix de revient de l'énergie ;

3° Amortissement de la lampe.

Cette somme varie suivant les différents régimes, car deux au moins et souvent trois des éléments varient.



Si nous portons sur deux axes rectangulaires en abcisses les régimes en watts par bougie, en ordonnées les dépenses en centimes par lampe-heure de 10 bougies, par exemple, nous pourrons tracer trois courbes correspondant à ces trois valeurs. Si nous les ajoutons graphiquement, nous obtiendrons une résultante qui n'est autre que le prix de revient total. Cette résultante présente un minimum qui correspondra à un certain régime. C'est ce régime qu'il faut adopter.

Nous allons étudier l'un après l'autre les trois éléments du prix de revient, passant rapidement sur les deux premiers pour élucider plus à fond la question de durée et d'amortissement de la lampe.

1° *Amortissement de l'installation sauf la lampe.* — Il y a deux cas à considérer. Dans le premier le consommateur est un abonné d'un secteur ou d'une usine centrale; l'amortissement ne change pas sensiblement, car il n'y a guère de différence entre le prix d'installation de 100 lampes de même pouvoir lumineux, que ces lampes fonctionnent à 3 ou à 4 watts par bougie. Les interrupteurs, coupe-circuits, supports, moulures, compteurs, la pose coûtent le même prix dans les deux cas, et les petites différences de section des câbles ont une trop faible importance pour qu'il faille en tenir compte dans un calcul industriel où les autres éléments varient beaucoup plus vite.

Dans le deuxième cas il n'en est plus de même. C'est celui d'un consommateur produisant lui-même son électricité et ayant dû, pour cela, faire une certaine dépense qui est d'autant plus grande qu'il fait fonctionner ses lampes à plus basse température.

Il est évident qu'un même nombre de lampes, d'égale intensité lumineuse, fonctionnant à 4 watts par bougie, exige une puissance mécanique et électrique double de celle qui serait nécessaire si ces lampes fonctionnaient à 2 watts. De là résulte qu'il faut dans cette seconde hypothèse une installation moitié moins puissante que dans la première. On voit de suite l'importance énorme que peut prendre le choix d'un régime convenable, tant au point de vue de l'exploitation qu'à celui de la première mise de fonds.

2° *Prix de revient de l'énergie.* — Dans le premier cas considéré tout à l'heure, la courbe est une droite car l'énergie consommée est proportionnelle au régime admis.

Dans le second cela n'est plus tout à fait vrai, car il est certain que l'unité d'énergie coûte d'autant moins cher à produire que la quantité totale produite est plus grande. La courbe ne sera plus une droite, quoiqu'elle s'en rapproche beaucoup. On peut facilement la déterminer dans les différents cas.

3° *Amortissement de la lampe.* — Ici la forme de la courbe est plus discutable, et l'accord ne règne pas entre tous les électriciens.

Nous avons vu récemment dans cette revue[1] que M. Pierce admet que toutes les lampes à incandescence tendent à arriver finalement à une dépense de 5 à 6 watts par bougie, quel que soit le régime initial auquel on les soumette. Nous avons vu également que M. Bainville annonce sur des lampes de fabrication française des résultats tout différents qu'il publiera bientôt.

Analysons les phénomènes qui se produisent et voyons quelle est leur valeur au point de vue industriel.

Tous les auteurs sont d'accord pour dire que toutes les lampes à incandescence ont une résistance qui augmente à mesure qu'elles fournissent une plus longue carrière. Un certain nombre d'entre eux, et, entre autres, le professeur Nichols a remarqué que cette variation rapide dans le commencement de la vie de la lampe diminuait plus lentement par la suite.

Cet effet produit un abaissement du pouvoir lumineux de la lampe dû à plusieurs causes.

D'abord il est évident que si la résistance augmente et que la lampe reste au même

[1] Voir n° 14, p. 122. *La détérioration des lampes à incandescence.*



voltage, ce qui a toujours lieu dans la pratique, l'intensité du courant qui la traverse diminue. La quantité d'énergie absorbée par le filament étant plus petite, celui-ci en transforme moins en radiations lumineuses.

De plus sa température baisse et pour cette raison le rendement lumineux est plus faible, la quantité d'énergie absorbée fût-elle la même.

En troisième lieu le noircissement de l'ampoule s'accentue.

Enfin il semble y avoir d'autres raisons qui agissent dans le même sens que les premières et qui ne sont pas nettement élucidées. En effet le pouvoir lumineux semble baisser un peu plus vite que le calcul des trois premières causes ne l'indiquerait.

Ce fait n'a rien d'étonnant, car la matière qui forme le filament ne reste pas dans des conditions constantes de densité, d'état moléculaire, de pouvoir émissif, etc., ce que prouve suffisamment la durée limitée de la lampe.

Les conséquences que tire de son travail le professeur Nichols ne sont pas consolantes, comme il le dit lui-même. Il constate lui aussi que l'incandescence du charbon ne semble durable qu'à une température où la consommation ne dépasse guère 3 watts par bougie.

Cela est vrai. La lampe à incandescence telle que nous la possédons est un appareil très imparfait. Mais faut-il pour cela renoncer à en tirer tout le parti possible ? Non certainement.

Une des raisons que l'on invoque le plus souvent pour rejeter l'emploi des lampes poussées est que le pouvoir lumineux baisse d'autant plus rapidement que le régime initial est plus haut en température. Ce fait est reconnu de tous et est du reste évident. Si sur deux axes rectangulaires on porte en ordonnées les pouvoirs lumineux et en abcisses l'échelle des temps en heures, il est certain que les courbes d'intensité lumineuse s'abaisseront d'autant plus vite que le régime initial était plus poussé. Mais, si en abcisses on porte les temps en fractions de la durée totale de la lampe, durée qui varie avec chaque régime, mais est ainsi représentée par une même longueur sur l'échelle des x, il n'est plus du tout prouvé que les courbes ne soient plus superposables. Nous sommes même persuadés du contraire. Cela semble logique du moins, et les quelques expériences que nous avons pu faire ou recueillir tendraient à prouver que les courbes descendantes sont à peu près les mêmes. Nous croyons qu'il serait extrêmement intéressant qu'on fît, dans cet ordre d'idées, un nombre suffisant d'expériences pour être fixé.

Cette façon de voir les choses reviendrait à dire que l'intensité lumineuse moyenne resterait la même quel que soit le régime.

N'est-ce pas là ce qu'il y a de plus intéressant dans une lampe ? Tout le monde sait que le pouvoir lumineux initial est plus grand que le pouvoir moyen. Des courbes connues fixent à 2/3 du pouvoir initial ce pouvoir moyen. Mais il faut bien remarquer que cette somme plus grande de lumière ne se produit qu'une seule fois, à la mise en route de l'installation. Le roulement qui s'établit ensuite entre les différentes lampes remplacées et qui ne finissent pas toutes en même temps, tend à conserver cette valeur moyenne et à la rendre définitive. Si quelques lampes sont très vieilles et éclairent peu, il y en a d'autres qui sont au début de leur carrière et brillent de tout l'éclat de leur jeunesse.

Dès lors, quel inconvénient y a-t-il à employer des lampes plus surmenées si elles sont plus économiques. Est-ce l'aspect peu artistique de foyers moins brillants les uns que les autres ? Nous ne le croyons pas ; d'autant plus que les lampes à incandescence sont des appareils éminemment transportables et qu'on peut les grouper comme l'on veut. Dans les lustres à gaz, ne voit-on pas le plus souvent des effets très artistiques tirés justement de la différence d'éclat des différents becs.

Nous croyons donc avoir démontré, sous réserve de vérification de notre dernier dire, que l'on peut, sans inconvénient, employer des lampes à haute température si le calcul économique l'indique.

Il nous reste maintenant à établir la courbe des durées et des amortissements des lampes en fonction des différents régimes auxquels on peut les soumettre.

C'est ici que nous insisterons encore une fois pour dire que les valeurs données n'ont rien d'absolu. Elles ont été observées sur une série de lampes dont nous n'indiquerons pas la provenance.

Les moyennes d'expériences ont été :

Régime initial		Durée
2 watts par bougie		130 heures
2,5	—	300 —
3	—	600 —
3,5	—	1 000 —
4	—	1 500 —

Ces durées assez élevées tiennent probablement à ce que le voltage était très régulier. Elles n'ont, du reste, rien d'invraisemblable. Nous avons eu l'occasion d'observer une série de 30 lampes dont 26 résistaient encore après 2 142 heures de marche et continuent leur service. Ces lampes de 16 bougies, type 4 watts par bougie, absorbaient chacune 54 watts à l'instant observé. Leur pouvoir lumineux qui n'a pas été mesuré photométriquement était considérablement diminué et fut estimé de 8 à 10 bougies. On peut estimer à 5 watts par bougie leur rendement moyen. Chacune a donc reçu pendant la durée ci-dessus 130 kilowatts qui, au prix de 1,25 fr. représentent 162,50 fr. Si l'on avait employé des lampes poussées absorbant la moitié moins, le courant fourni n'eût coûté que 81,25 fr. Il eût donc fallu que les lampes au prix de 3 francs ne durassent que moins de 80 heures pour donner lieu à une même dépense.

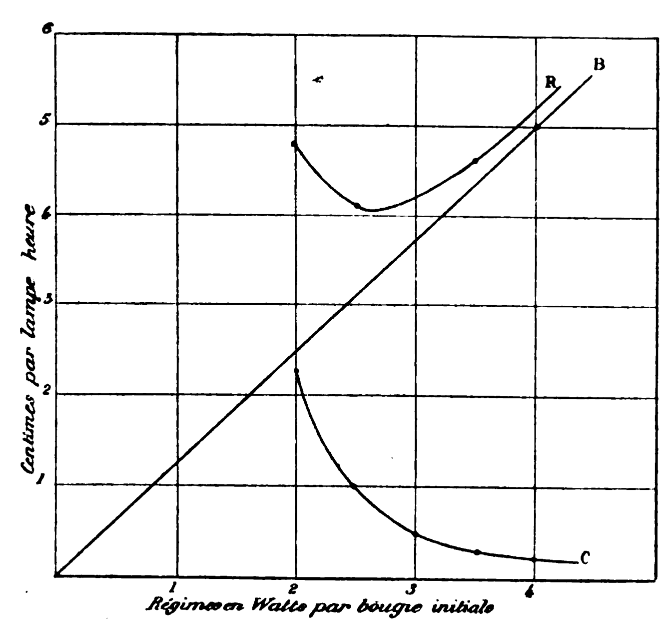


Fig. 1.

Cette parenthèse fermée, déterminons l'amortissement des lampes citées plus haut en divisant leur prix supposé de 3 francs par leur durée.

On trouve pour 1 heure de fonctionnement :

2 watts	2,3 centimes
2,5	1
3	0,5
3,5	0,3
4	0,2

La courbe construite sur ces valeurs sera celle que nous adopterons à titre d'exemple.

Première application. — Notre premier exemple sera donné dans le cas d'un abonné auquel un secteur ou une station centrale distribue l'énergie au prix de 1,25 fr. le kilowatt.

Les lampes sont du type 10 bougies, c'est-à-dire donnant initialement cette puissance lumineuse (fig. 1).

A est la courbe d'amortissement de l'installation. Suivant ce que nous avons vu plus haut, elle est supposée ne pas varier. Sa seule influence serait d'abaisser d'une certaine quantité l'axe des x en le transportant parallèlement à lui-même. Cette courbe n'a pas été représentée sur la figure.

B est la courbe représentant le prix de revient de l'énergie. C'est une droite.

C est la courbe d'amortissement admise.

R représente la résultante ou prix de revient total. Cette courbe a été obtenue en additionnant graphiquement les valeurs précédentes.

On voit que cette résultante présente un minimum de dépense nettement accusé et correspondant à 2 1/2 watts par bougie, régime initial bien entendu. La lampe heure revient alors à 4 centimes environ et ne peut coûter moins cher.

L'inspection de la courbe permet de voir du premier coup d'œil que, si le prix de l'énergie diminue par rapport au prix d'amortissement de la lampe, le minimum se trouve repoussé vers les régimes non poussés.

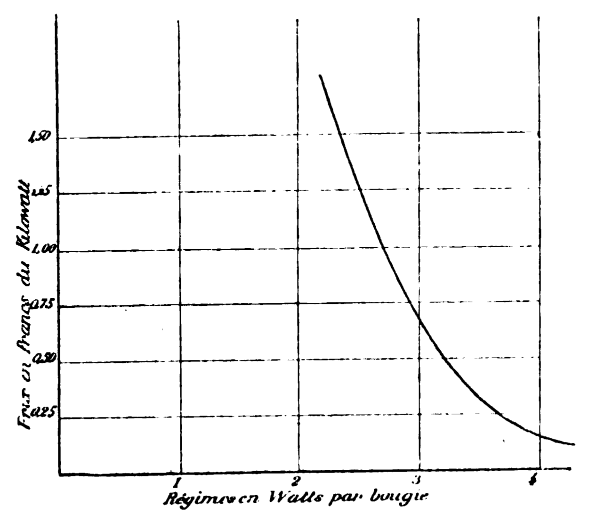


Fig. 2.

Il nous a semblé intéressant de donner une seconde courbe représentant les minima de dépense en fonction du prix de l'énergie et en admettant toujours que l'amortissement de l'installation est invariable (fig. 2). Cette courbe permet de choisir le régime le plus favorable. On voit que lorsque le prix de l'énergie est très faible, la courbe s'infléchit brusquement et devient bientôt asymptote à l'axe des x. En effet, à la limite où l'énergie ne coûte plus rien, il est évident que l'amortissement de la lampe entre seul en jeu et, dans ces conditions, il y a évidemment intérêt à augmenter sa durée le plus possible. Il ne faudrait pas pousser ceci à l'extrême, car, dans ce cas, l'amortissement de l'installation aurait des variations telles qu'elles ne seraient plus négligeables.

Deuxième application. — Ce sera celle d'un industriel possédant une machine à vapeur ou tout autre source d'énergie suffisante pour n'avoir que la partie électrique à installer (fig. 3).

A représente toujours l'amortissement de l'installation. Ici cette valeur a des différences qui ne sont plus négligeables. Elle est calculée pour une installation revenant, dynamo comprise, à

50	francs par lampe	pour un régime de	4 watts
40	—	—	3
32	—	—	2

l'amortissement est compté à 10 0/0 du capital et est réparti sur 1 000 heures d'éclairage.

B, prix de l'énergie, est supposé de 20 centimes par kilowatt et ne varie guère, car les moteurs fournissent, d'après notre hypothèse, une puissance totale très grande vis-à-vis de celle qui sert à actionner l'éclairage.

C reste comme plus haut.

La résultante présente un minimum moins nettement accusé, qui correspond à une plage plutôt qu'à un point ; on voit donc qu'une petite différence sur le choix du régime produit un effet moins grand que dans notre première application. Le minimum semble se trouver pour un régime de 3,5 watts et une dépense par lampe-heure de 1,6 centime.

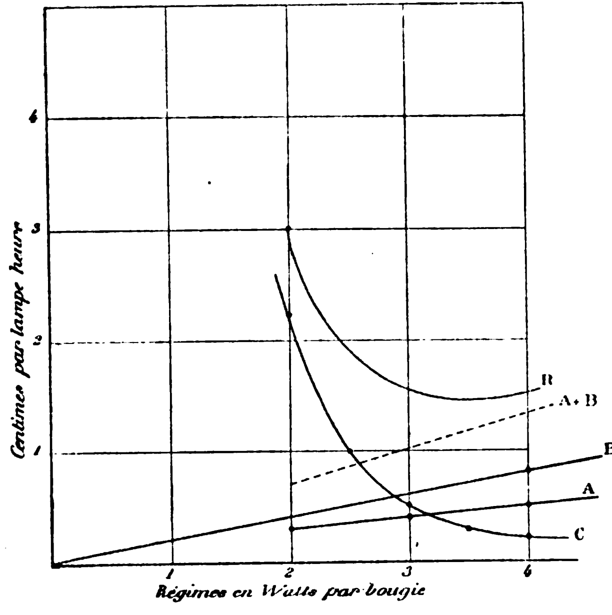


Fig. 3.

Troisième application. — Nous supposons qu'il est nécessaire de créer de toute pièce l'installation mécanique et électrique pour 250 lampes de 10 bougies.

La puissance totale disponible devra être de

5 000 watts pour un régime de 2 watts,

7 500 watts pour un régime de 3 watts,

10 000 watts pour un régime de 4 watts,

Trois devis ont été faits sur les mêmes bases en supposant l'emploi de machines à vapeur mi-fixes. Nous trouvons :

Régime	Total du devis	Soit par lampe
2 watts	17 000 frs.	68 frs.
3	22 000	88
4	26 000	104

A, l'amortissement de l'installation (fig. 4), est supposé à 10 0/0 et réparti sur 1 000 heures comme précédemment.

B, le prix de l'énergie, a été calculé sur les bases suivantes :

Les dépenses fixes et sensiblement indépendantes de la quantité d'énergie fournie (telles que le salaire du mécanicien) seraient de 2 000 francs ; les dépenses de charbon, graissage, eau, etc., qui augmentent avec la quantité d'énergie fournie, seraient de 1 000, 1 300 et 1 800 francs. Soit au total : 3 000, 3 300 et 3 800 francs.

On en déduit pour le prix de la lampe heure régime :

2 watts	1,2 centime
3	1,34
4	1,52

C ne varie pas.

Le minimum de R semble correspondre au régime de 3,3 watts par bougie. Ce régime semble assez peu poussé, mais il faut noter, en voyant la figure, que le total partiel A + B fait avec l'axe des x un angle moins ouvert que dans la première application. Cela vérifie ce que nous avions dit dès le commencement, c'est que dans le cas où le consommateur est son propre fournisseur, le prix de l'énergie n'est plus proportionnel à la quantité fournie, mais croît moins vite.

Conclusions. — On voit, par ces exemples, qu'il est facile de déterminer le régime de meilleur fonctionnement d'une lampe à incandescence en fonction des trois données représentant son prix de revient.

Tout cela est-il bien pratique? Oui certainement. Les fabricants de lampes peuvent parfaitement avoir, par exemple, trois séries de lampes dont les régimes initiaux seraient 2, 3 et 4 watts. Ces trois modèles suffiraient amplement car, dans des calculs aussi approximatifs que sont ceux-ci, il est ridicule de pousser trop loin la précision.

Nous savons que l'on déduira peut-être de nos calculs, dans certains cas, des régimes de 2 watts par bougie, régimes auxquels on n'a jamais fait fonctionner de lampes jusqu'ici, mais, si le calcul économique le veut, il faut faire un effort pour sortir de la routine.

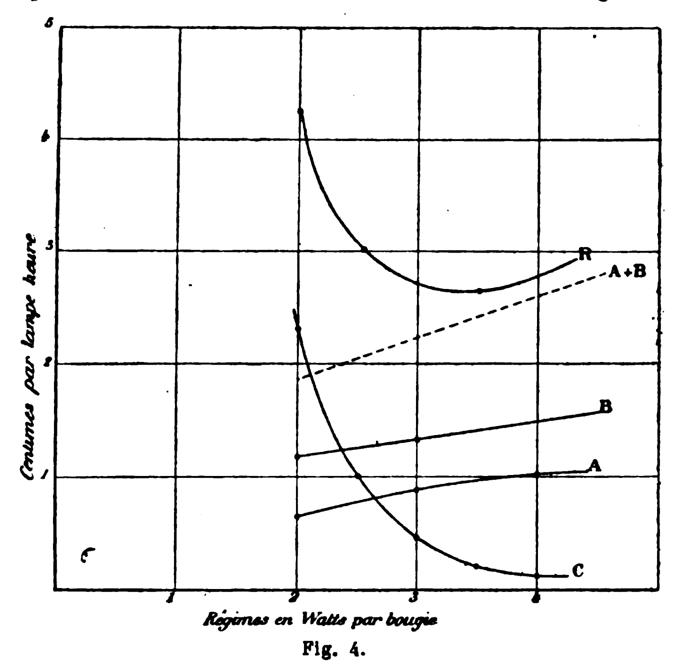


Fig. 4.

Il nous a semblé intéressant de tirer de ce petit travail des déductions déjà pressenties du reste, mais que nous tenons néanmoins à présenter, surtout dans le cas où deux parties se trouvent en présence, le fournisseur d'une part, le consommateur de l'autre. Une station centrale distribuant l'électricité au compteur a beaucoup d'avantages à ce que ses clients emploient des lampes à wattages élevés, dans le cas, bien entendu, où elle a une puissance disponible assez grande, car la quantité d'énergie qu'elle fournit est proportionnelle au régime. L'abonné a un intérêt tout différent, mais il peut se défendre en adoptant des lampes dont les régimes seraient poussés.

Quand cette station fournit l'électricité à forfait, procédé assez illogique, mais employé encore dans beaucoup de stations centrales à cause de la simplicité qui en résulte, les intérêts de la station changent. Elle a avantage à choisir les températures les plus élevées pour fournir moins d'énergie pour une même recette. L'abonné qui paye sa lampe doit, au contraire, désirer des lampes à hauts wattages. Mais il arrive souvent, dans ce cas, que la compagnie d'électricité fournit la lampe et le client ne peut la choisir; il se trouve donc lésé. Il est un moyen d'arranger cette divergence d'intérêts: par ses polices d'abonnements, la station centrale peut exiger que le client lui paye une lampe pour un certain nombre de kilowatts fournis, nombre calculé d'après le régime moyen et la durée totale, c'est-à-dire le total des watts absorbés pendant toute la vie moyenne d'une lampe. C'est ainsi une garantie de durée que l'on fournit au consommateur. Celui-ci n'a donc plus à s'occuper de rien, et c'est à la station seule de voir si elle a intérêt à prendre des régimes poussés ou non.

P. SIMON.



REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Application du principe de la transmission des pressions aux transmetteurs téléphoniques à grande distance.

Par M. P. Germain

L'embouchure d'un *transmetteur téléphonique sans pile* peut se subdiviser en un certain nombre d'embouchures plus petites, correspondant chacune au-dessus de l'évasement de la chambre d'air d'une armature téléphonique distincte. L'émission d'une voix unique détermine ainsi dans toutes les colonnes d'air et sur les armatures téléphoniques des pressions proportionnelles à la surface totale des armatures actionnées.

Chaque armature développe dans l'électro-aimant de Bell dont elle fait partie des courants d'induction semblables, sinon égaux, dans tous les circuits égaux distincts composant le transmetteur. En reliant l'entrée du courant de la première bobine avec la sortie de la deuxième, l'entrée de la deuxième avec la sortie de la troisième, et ainsi de suite jusqu'à la dernière, et en intercalant tous ces circuits groupés en tension dans le circuit d'une ligne téléphonique, on peut téléphoner à de grandes distances sans microphone, sans pile constante de quantité et sans bobine d'Edison.

Une pile en tension pour les appels suffit et peut desservir un certain nombre de postes téléphoniques. Pour desservir une ligne téléphonique de 4 000 ohms, tandis que l'embouchure d'émission de la voix n'a que 12 cm² la surface totale des armatures actionnées séparément par une petite embouchure de subdivision doit être de 900 cm². La résistance totale des bobines Bell doit être de 2 000 ohms.

(*Académie des Sciences de Paris, séance du* 8 *juin* 1891.)

La transmission de la force par l'électricité

Par M. Buron

M. Buron expose d'abord l'avantage et l'économie qui résultent, dans bien des cas, de la substitution des courants électriques aux liaisons mécaniques, hydrauliques ou pneumatiques, pour la transmission et la transformation de l'énergie.

La transformation et la transmission électriques se prêtent souvent mieux que tout autre moyen à l'utilisation des forces naturelles, non seulement lorsqu'elles sont peu accessibles, ce qui est le cas de certaines chutes d'eau, ou lorsque les complications de transmission seraient considérables, mais encore dans le cas où il n'existe aucun obstacle entre la source d'énergie et l'outil producteur, et où la transmission n'est soumise qu'à ses sujétions propres. Ainsi c'est une question d'économie qui a conduit les usines de Schaffouse à remplacer, par des circuits électriques, les câbles télodynamiques dont elles se servaient pour transporter la puissance fournie par la chute du Rhin à Neuhausen.

Ce qui est particulièrement intéressant dans la transformation et dans la transmission électriques de l'énergie, c'est la variété des emplois auxquels on peut l'affecter. Ainsi à l'hôtel de Burgenstock, au voisinage du lac des Quatre-Cantons, c'est à un même circuit électrique qu'on demande la force et la lumière; une chute de l'Aar, distante de 4 km et fournissant 60 chevaux, actionne une turbine et une dynamo génératrice produisant un courant électrique qui fait mouvoir un chemin de fer funiculaire de 936 m de longueur, présentant une pente de 53 0/0 ; dans les intervalles entre la marche des trains, le courant électrique est utilisé à monter l'eau du lac pour les besoins de l'hôtel, et le soir il est appliqué à produire la lumière électrique pour son éclairage.

Grâce au bon rendement des machines électriques, à la simplicité des transmissions, on trouve souvent économie à se servir de l'énergie électrique lorsque la puissance doit être fractionnée sur un certain nombre de points dans un espace donné, même lorsque la source de puissance est le combustible. En créant des stations centrales de production de force, on réalise des économies sur la machine, sur la dépense de houille et sur le personnel ; aussi la Compagnie du Nord n'a-t-elle pas hésité, lorsqu'elle a établi l'éclairage électrique des gares de Calais, à construire une station centrale de production d'énergie au moyen de la vapeur et à distribuer électriquement l'énergie nécessaire à la mise en mouvement des machines d'éclairage installées dans chacunes des gares.

Dans les ateliers où le fractionnement très considérable de la force conduit à des transmissions compliquées, la transmission électrique devient particulièrement avantageuse et économique. Le conducteur électrique se fixe plus aisément que tout mode de liaison mécanique ; il n'exige aucun soin et ne présente aucun danger; on peut à volonté le ployer, le mouvoir, le déplacer pendant qu'il transporte un très grand nombre de chevaux, ce qui permet d'amener l'énergie en des endroits où une transmission mécanique ne saurait trouver place. C'est ainsi que les ateliers Ducommun, de la Société Élec-

trique et de la Société Gramme n'ont pas une courroie.

Enfin les transmissions électriques présentent un grand intérêt dans les mines par la souplesse de leur utilisation et par l'avantage que présente ce mode de transport de la puissance de ne pas vicier l'air.

Après avoir exposé rapidement d'autres considérations générales, M. Buron passe à la description de deux transports d'énergie par l'électricité, installés dans les ateliers de la Compagnie d'Orléans, l'un à Vitry, l'autre à Paris.

La Compagnie possède à Vitry une usine où se préparent divers produits d'importante consommation dans le service des trains, et dans les terrains de laquelle elle a installé des caves. Il s'agissait de donner le mouvement aux différents appareils servant à la manutention des vins dans ces caves. Il y avait lieu d'éviter toute cause d'incendie ou d'altération de l'air; on ne pouvait donc installer sur place une machine à vapeur ou une machine à gaz. Du reste, il était beaucoup plus économique de demander la force au moteur de l'usine ; mais à cause des bâtiments interposés, son transport au moyen d'un câble télodynamique conduisait à une installation compliquée et pouvait présenter des inconvénients. On se décida pour une distribution électrique et on installa une machine compound à courant continu, d'une tension modérée, demandant le mouvement au moteur de l'usine ; cette solution avait l'avantage de ne présenter aucun danger, de donner le plus haut rendement et de permettre l'usage simultané de la force et de la lumière.

La machine adoptée est du système Rechniewski, dont la puissance est de 14 000 watts disponibles aux bornes de la machine, donnant à la vitesse de 1 200 tours un courant de 170 volts et de 82,5 ampères. Cette puissance électrique est utilisée soit à fournir la force motrice dont on a besoin dans le chai et le cellier, soit à assurer l'éclairage complet de l'usine.

La force motrice est donnée par deux réceptrices (dynamo Gramme), munies de rhéostats permettant de régler leur vitesse suivant les variations du travail, et de tous les appareils de sécurité nécessaires.

Les appareils sont construits et disposés de telle façon que la marche des dynamos réceptrices n'ait aucune influence sur la régularité de l'éclairage.

L'éclairage est obtenu par 7 régulateurs à arc, système Bardon, d'une intensité de 8 ampères, placés dans les cours, et de 3 régulateurs à arc, système Bardon, d'une intensité de 4 ampères, placés dans le cellier et dans l'atelier d'enduisage des bâches. De plus, 10 lampes à incandescence de 200 bougies et 56 lampes à incandescence de 16 bougies éclairent les magasins et les autres ateliers.

La deuxième transmission électrique de la force a été installée dans les ateliers de Paris ; elle met en mouvement, dans la blanchisserie, un tambour destiné au lessivage du gros linge.

Le moteur le plus proche n'était qu'à une distance d'environ 100 m ; mais une transmission par câble eût été beaucoup trop dispendieuse, par suite de la nécessité d'éviter des bâtiments que l'on ne pouvait traverser, et on ne pouvait songer à l'installation d'un moteur spécial, ce qui aurait été beaucoup trop coûteux comme installation et comme dépense de chauffeurs à poste fixe.

La force a été empruntée au moteur des scieries. La station électrique se compose d'une machine génératrice Edison, type C, de 20 ampères et de 110 volts à enroulement compound, avec ses appareils accessoires de mesure et de sécurité.

La station réceptrice se compose d'un moteur, type P, avec bobinage spécial, commandant, au moyen d'un engrenage à vis sans fin, un tambour tournant à la vitesse de 75 tours par minute ; la vitesse de ce moteur est constante, quelles que soient les variations de la force employée par les ateliers.

La ligne réunissant les deux dynamos est formée de fils de cuivre de haute conductibilité de 10 mm² de section, recouverts, à l'intérieur des bâtiments, de matière isolante et enfermés dans une moulure en bois avec couvercle.

Ces deux installations de transmission de force par l'électricité donnent entière satisfaction.

(*Société des Ingénieurs civils, séance du* 15 *mai* 1891.)

Le tannage par l'électricité[1]

Par le Dr S. RIDEAL et M. A.-P. TROTTER

La lenteur avec laquelle la peau se transforme en cuir a conduit de nombreux inventeurs à imaginer des méthodes pour accélérer cette modification chimique ; mais l'absence de toute connaissance définie quant à l'action précise qui se produit entre la gélatine et le tannin a été un obstacle sérieux au développement des procédés nouveaux. Les auteurs indiquent de nombreuses méthodes pour amener le liquide tannant en contact intime avec les peaux par la pression hydrostatique et par l'agitation mécanique ; la première de ces méthodes remonte à 1823. Des procédés divers pour accélérer le tannage au moyen de l'électricité ont été décrits, mais on ne peut donner que fort peu de renseignements quant aux résultats obtenus. Les auteurs décrivent le procédé de Worms et Balé et celui de Groth; ils expliquent longuement ce dernier en indiquant les dimensions des cuves employées, celles des électrodes à l'intérieur des cuves et autres détails

[1] Extrait d'un mémoire lu devant la *Society of the chemical industrie* de Londres.

mécaniques, électriques et chimiques. Pendant l'hiver dernier, une longue série d'expériences a été effectuée à Bermondsey. Le procédé consiste à étendre les peaux sur des châssis qui tournent dans une cuve circulaire, semblable aux cuves de brasserie. La densité du courant aux électrodes était d'environ 1/20 d'ampère par pied carré de la section transversale de la cuve. Les courants employés étaient de 1 1/2 à 4 ampères et la résistance moyenne de la cuve était de 8 à 10 ohms pendant le travail. Le liquide tannant a été, dans toutes les expériences, un liquide ordinaire constitué principalement par de l'écorce de mimosa et de gambier. La solution la plus concentrée contenait 4 1/4 0/0 de tannin. On a reconnu, en mesurant d'abord la résistance du liquide, puis en y mettant les peaux et en enlevant du liquide jusqu'à ce qu'il soit à la hauteur du niveau primitif, que la résistance des peaux vertes était la même que celle du liquide, ce qui confirme les observations d'Arrhénius, d'après lesquelles la résistance de la gélatine solidifiée ne diffère pas, matériellement, de celle de la même substance liquéfiée.

Des expériences faites en petit par M. W. Fox Bourne dans le laboratoire de M. Swinburne ont démontré que la résistance du liquide le plus concentré est donnée par la formule empirique

$$\text{ohms par pouces cubiques} = 82 - 11\,d,$$

dans laquelle d est la densité du courant en ampères par pied carré d'électrode. La polarisation a été reconnue être représentée pratiquement par cette autre formule empirique

$$\text{volts} = 1{,}4 + 0{,}194d + 8d^2$$

dans laquelle d est également la densité en ampères par pied carré d'électrode. On a trouvé que la résistance du liquide s'élève quand on l'étend et qu'elle est inversement proportionnelle à la concentration du liquide plus la résistance d'une solution saturée. L'énergie dépensée dans le liquide est seulement de 36,8 watts. Il n'y avait ainsi que 15/1 000 000 de la totalité du liquide d'électrolysé. Des observations très soigneusement suivies, comprenant de nombreux essais quantitatifs par le procédé Kjeldahl, ont été faites pour déterminer l'azote contenu dans le cuir et s'assurer ainsi de la marche exacte de l'absorption par les peaux pendant le repos, pendant le mouvement et pendant le mouvement combiné avec l'électricité. Les résultats de ces essais ont été traduits en diagrammes qui donnent une idée très claire de la manière dont le tannage progresse pendant l'opération, dans ces diverses conditions Le résultat général est que le tannage est complet en huit ou dix jours au lieu de huit ou dix mois.

Les auteurs terminent par un résumé de ce que l'on sait actuellement de l'électrolyse et de la migration des ions en tant que cela concerne le sujet traité. L'accélération du tannage ne paraît pas due à l'osmose, ni à l'électrolyse. Le Dr Oliver Lodge a trouvé par exemple que la migration des ions dans l'électrolyse de l'acide sulfurique se produit à la vitesse de 1/355 de centimètre par seconde pour l'hydrogène et de 1/800 de centimètre par seconde pour SO^3 avec une chute de potentiel d'environ un volt par centimètre. Dans ces expériences, il se produisait environ 1/10 de cette chute, mais le progrès du tannage était seulement de 1/15 000 000 de centimètre par seconde, c'est-à-dire moins de 20 centimètres par année.

(*The Electrician.*) M. L.

Une expérience avec l'arc électrique

Par William Stanley, Jun.

La note de M. le professeur Thomson sur l'arc voltaïque[1] me remet en mémoire une expérience faite au laboratoire avec un arc à courants alternatifs et qui fournit une démonstration frappante de l'influence des aimants puissants sur l'arc.

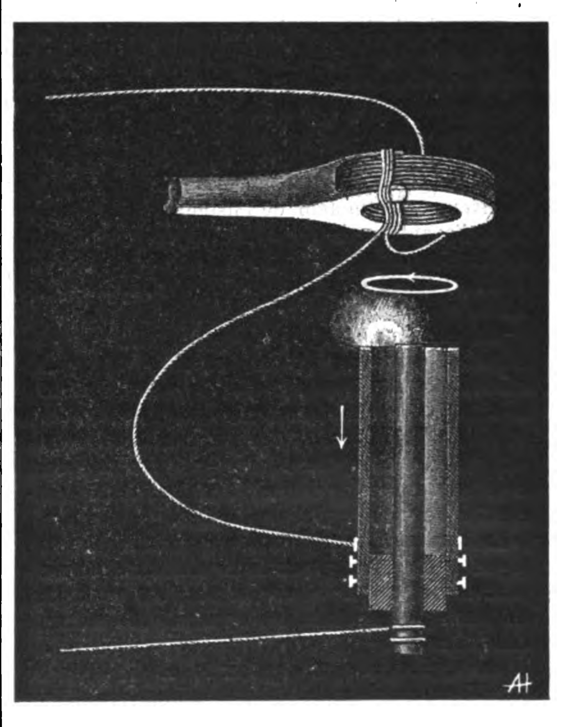


Fig. 1.

Un charbon ordinaire de 0,02 m est placé dans un tube de charbon de 0,05 m de diamètre dont il se trouve ainsi séparé par un intervalle libre annulaire de 0,006 m, sauf sur la partie de l'anneau isolant qui maintient la tige, ainsi qu'on le voit sur la figure 1. Une bobine reliée en série avec les charbons et avec un transfor-

[1] Voir n° 25, p. 416 : *L'arc électrique et son emploi dans l'éclairage.*

mateur à courant constant est munie d'une poignée qui permet de la déplacer aisément, elle est réunie à cet effet au transformateur par un fil flexible.

Si, quand l'arc jaillit entre le charbon intérieur et le tube concentrique, on approche la bobine parallèlement aux charbons, l'arc se mettra à tourner autour du charbon central: vient-on à retourner la bobine — c'est-à-dire à renverser le sens du courant — aussitôt la révolution de l'arc change également de sens. Si la bobine est engagée autour des charbons et amenée près de l'arc, celui-ci se modifie, comme le montre la figure 2, tout en continuant sa révolution autour de l'axe.

On peut varier les expériences à volonté. Un

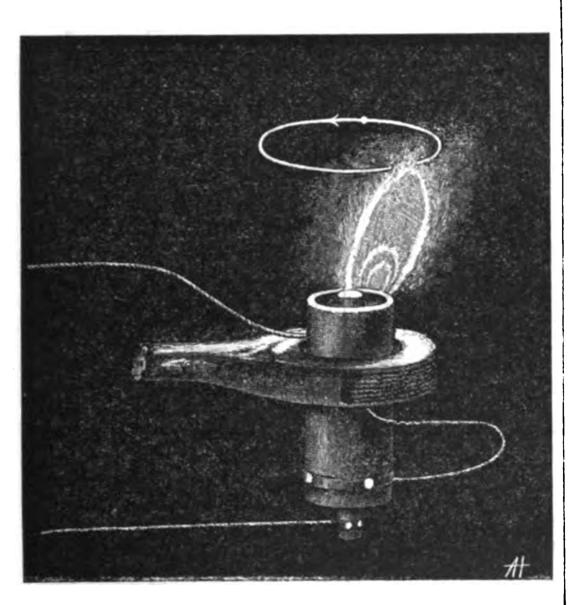


Fig. 2

fait signalé par M. Thomson peut être mis en évidence. Quand l'arc est animé de son mouvement gyratoire (celui-ci peut être assez rapide pour que l'arc paraisse continu autour du charbon central), le potentiel nécessaire pour maintenir un courant constant augmente démesurément. Cette augmentation devient telle que souvent le transformateur reste insuffisant quoique établi pour fournir un courant constant de court circuit de 800 volts; il en résulte que l'arc tourbillonnant s'éteindra spontanément avec détonation si l'on rapproche trop la bobine de l'arc.

L'appareil dans toute sa simplicité peut fournir quantité de belles expériences de cours qui peuvent être faites indifféremment avec des courants alternatifs ou avec des courants directs.

L. F.

Machine alternative à influence de Wimshurst

Parmi les machines à influence aujourd'hui connues, aucune ne peut être comparée à celle de M. James Wimshurst, tant pour la simplicité que pour la sûreté de fonctionnement et l'efficacité. La plupart des électriciens et des physiciens connaissent ses qualités; ils accueilleront donc avec intérêt la nouvelle que l'inventeur vient d'en construire une autre, présentant des particularités curieuses et imprévues. C'est avec impatience que cette machine sera attendue dans les laboratoires et les écoles, aussi bien que par les amateurs.

Son caractère principal et le plus remarquable, c'est qu'on ne peut avec elle parvenir à charger ni bouteille de Leyde, ni autre dispositif semblable, bien qu'elle donne de nombreuses étincelles. Ainsi, après avoir reçu pendant plusieurs minutes un flux abondant de rapides étincelles, une jarre se trouve libre de toute charge : ni étincelle ni choc ne peuvent en être obtenus et les essais les plus délicats ne montrent aucune trace d'électricité. C'est comme si l'on versait de l'eau dans un tonneau sans fond; on voit bien couler l'eau, mais rien ne s'accumule dans le récipient. Il est cependant facile de s'assurer du bon état de la jarre et de son aptitude à retenir la charge : il suffit de la charger avec une machine ordinaire. On est donc obligé de conclure que le flux d'étincelles qui se produit est le résultat de l'oscillation d'une faible charge allant de la machine à la jarre et inversement avec une grande rapidité et que l'électricité développée étant alternativement positive et négative, la condition normale de la jarre n'est pas troublée.

Si l'on examine l'action de la machine plus minutieusement à l'aide d'un électroscope très sensible, l'hypothèse que l'électricité est alternativement positive et négative se trouve confirmée. En commençant à tourner le disque très lentement, c'est-à-dire à la vitesse de trois ou quatre tours par minute, les feuilles de l'électroscope divergent soudainement et s'écartent l'une de l'autre; elles demeurent franchement séparées jusqu'à ce que le disque ait fait un peu plus de trois quarts de tour, puis se rapprochent brusquement et restent au contact l'une de l'autre, montrant que le signe de la charge a changé. Elles demeurent ainsi un instant, puis s'écartent pendant trois autres quarts de tour et ainsi de suite. Mais si le disque tourne rapidement, le mouvement des feuilles ne peut plus suivre les changements de charge; des feuilles aussi légères, ayant des surfaces relativement grandes, ne peuvent, en raison de la résistance de l'air, se mouvoir aussi rapidement ; par suite, elles prennent une position médiane entre les limites de leur course et montrent que, dans cette position, elles sont soumises à une succession très

Tableau indiquant les résultats donnés par les diverses combinaisons des organes de la nouvelle machine de Wimshurst

DISQUES	QUATRE GRANDS INDUCTEURS	QUATRE PETITS INDUCTEURS	DEUX INDUCTEURS ET UNE TIGE
Verre sans métal.	Excitation automatique au 4e tour environ. Alternances tous les 3/4 de tour.	Excitation automatique, mais demandant de l'attention. Alternances tous les 3/4 de tour.	Excitation non automatique ; la machine doit être amorcée. Courant constant tant qu'il n'y a pas surcharge ; courant très intense.
Deux secteurs métalliques de chaque côté.	Excitation automatique. Alternances chaque fois que les deux secteurs ont passé sous les balais.	Excitation automatique. Alternances tous les 3/4 de tour.	Excitation automatique. Courant constant.
Quatre secteurs métalliques de chaque côté.	Excitation automatique. Alternances tous les 3/4 de tour.	Excitation automatique. Alternances tous les 3/4 de tour.	Excitation automatique. Courant constant, mais moins intense.
Huit secteurs métalliques de chaque côté.	Excitation automatique plus rapide Alternances tous les 3/4 de tour.	Excitation automatique. Alternances tous les 3/4 de tour.	Excitation automatique. Courant constant.
Seize secteurs de chaque côté.	Excitation automatique au 3e tour. Alternances tous les 3/4 de tour.	Excitation automatique plus rapide. Alternances tous les 3/4 de tour.	Excitation automatique rapide. Courant constant, mais moins intense.
Seize secteurs d'un seul côté.	Excitation automatique. Alternances tous les 3/4 de tour.	Excitation automatique. Alternances tous les 3/4 de tour.	Excitation automatique quand les secteurs sont du côté de la tige ; Non automatique quand les secteurs sont du côté des inducteurs. Courant constant dans les deux cas.

NOTA. — Les principaux caractères de la machine, que fait ressortir le tableau ci-dessus, soit les suivants : I. Le disque de verre **sans secteurs métalliques peut s'exciter automatiquement.** — II. L'auto-excitation augmente à peu près proportionellement au nombre de secteurs. — III. La quantité d'électricité décroît à peu près proportionnellement à la dimension des secteurs et à leur nombre.

rapide d'attractions et de répulsions par un frémissement ou une trépidation constante.

La figure ci-dessous donne une vue d'ensemble de cette nouvelle machine. Un axe central supporte un disque de verre verni, de 40 cm de diamètre, auquel sont fixés des secteurs de paillon d'étain. Ces secteurs, en forme de coins à angles arrondis, mesurent 10 cm de longueur sur 6 mm de largeur à l'extrémité inférieure et 25 mm à l'extrémité supérieure. Ordinairement les secteurs d'un côté sont disposés de manière à alterner au pourtour du disque avec ceux de l'autre côté, mais cette disposition n'est pas indispensable. D'ailleurs, sous beaucoup de rapports, la construction de la machine est très élastique et l'on peut la modifier dans d'assez larges limites. Par exemple le nombre des secteurs peut varier de 2 à 16 ou même plus sur chaque côté et, comme on vient de le dire, leur position relative sur les deux côtés du disque est sans importance. Les résultats que donnent différentes combinaisons de divers organes de la machine sont indiqués dans le tableau ci-contre.

Le disque est monté au centre et dans le plan d'un cadre de bois de 50 cm de côté. Ce cadre supporte quatre inducteurs de la forme indiquée sur le côté de la figure, ayant 24 cm de côté et un de ses angles enlevé pour laisser libre l'espace nécessaire à l'axe et au moyeu du disque. Deux des inducteurs sont montés sur chaque côté du cadre aux angles opposés suivant la diagonale ; ceux du côté antérieur sont l'un à l'angle supérieur de gauche, et l'autre à l'angle inférieur de droite ; ceux du côté postérieur sont l'un à l'angle supérieur de droite, l'autre à l'angle inférieur de gauche. Chaque plaque d'inducteur porte une pièce de paillon d'étain de la forme montrée par la figure, mesurant radialement 10 cm et circonférentiellement 17 cm. Sur chaque pièce de paillon d'étain est collé un disque de bois sur la face duquel est fixé un support servant à maintenir une tige courbe en laiton, garnie d'un pinceau de fils métalliques fins à l'une de ses extrémités ; celle-ci touche le plateau de verre à un point éloigné de 90° de l'inducteur et opposé à l'un des inducteurs de l'autre côté du plateau. Deux balais touchent ainsi le disque de chaque côté. Il est mis en mouvement par une corde et une petite roue à main et tourne dans le sens des aiguilles d'une montre. Une barre de matière isolante, portant des pinceaux métalliques, peut remplacer deux des inducteurs. Les pinceaux étant reliés métalliquement à des bornes, on peut prendre toutes les dispositions que l'on désire et varier à volonté les expériences.

La machine représentée ci-dessus a été plus spécialement construite en vue d'être employée pour des expériences de démonstration. Elle est pourvue de plusieurs disques pouvant s'y adapter et ayant des dispositions diverses de secteurs ; toutes les parties en sont interchangeables. Les disques peuvent être enlevés et remplacés par d'autres en peu d'instants. Les inducteurs reposent sur des chevilles assujetties dans le cadre et sont maintenus par de légères pinces en acier ; des trous pour les chevilles sont pratiqués sur tout le pourtour du cadre, afin de faciliter le placement des inducteurs de différentes grandeurs. Pour coupler un inducteur à un autre, si on le désire, des trous sont forés dans les disques supports des porte-balais et des fils peuvent être fixés dans ces porte-balais ; on peut à l'aide de ces fils repliés relier les inducteurs.

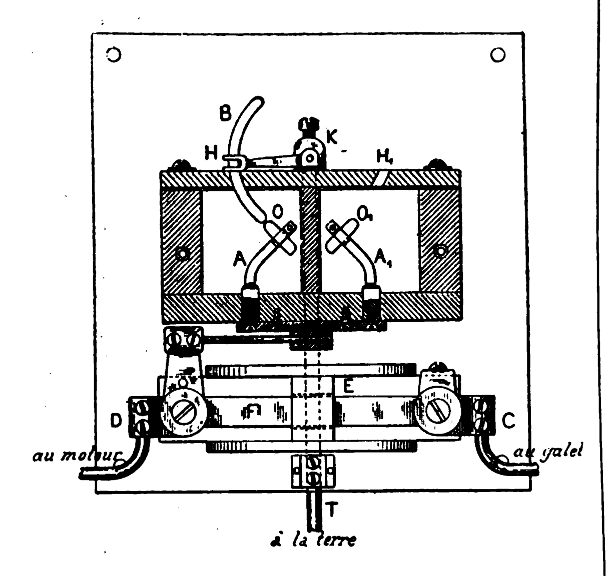
Aucune théorie satisfaisante du fonctionnement de cet appareil n'a encore été donnée ; mais il a été récemment présenté à la « Physical Society » de Londres et l'on peut espérer que les membres de cette Société qui l'auront étudié fourniront des renseignements qui jetteront quelque lumière sur cet intéressant sujet.

(*Engineering.*) M.L.



Parafoudre Westinghouse pour voitures de tramway.

Ce parafoudre, représenté par la figure ci-dessous, consiste en deux chambres d'air AA', à travers deux orifices HH' desquelles le charbon courbe B, dont le pivot est en K, peut passer librement. Dans les chambres AA' se trouvent les



pointes de charbon fixes OO', ajustées de façon telle qu'il reste un intervalle de 1/16 de pouce (1,63 mm) entre elles et la pointe du charbon courbe B, que celui-ci soit dans sa position de gauche ou dans sa position de droite, c'est-à-dire dans l'une ou l'autre chambre.

Le charbon courbe B est relié à G' et de là à la terre ; les charbons fixes OO' sont reliés à D, c'est-à-dire au moteur. F est un coupe-circuit fusible; E, un bloc isolant pourvu d'une rainure dans laquelle passe le coupe-circuit. Les points C et D doivent être reliés au moteur en séries, et le point G à la terre.

L'appareil fonctionne de la manière suivante : lorsqu'une décharge atmophérique a lieu, elle rencontre d'abord le coupe-circuit, puis passe à l'un des charbons OO', suivant la position du charbon courbe B ; de là, elle traverse B, d'où elle est conduite à la terre. Le courant de la dynamo, qui suit, établit un arc entre B et O ou O_1. La chaleur de l'arc dilate l'air de la chambre et lui communique instantanément une tension qui chasse le bouchon B, lequel va retomber dans l'autre chambre. L'arc est rompu et l'appareil se retrouve prêt à fonctionner à la prochaine occasion.

Ce parafoudre a été essayé au moyen de courts-circuits de générateur de 500 volts et de 1 000 volts répétés un grand nombre de fois. Le circuit a été rompu instantanément, chaque fois sans dommages pour la dynamo, et le parafoudre s'est invariablement réajusté de lui-même. Dans l'un des essais, voulant démontrer la promptitude et la sûreté du jeu de l'appareil, on a ajusté les charbons OO' de manière à leur faire toucher le charbon B dans l'une et l'autre de ses positions. On a fait alors passer le courant d'un générateur de 1 000 volts en court-circuit par le parafoudre. Le circuit a été rompu et refermé plusieurs fois par seconde sans que la dynamo ni le parafoudre aient souffert.

(*Electrical World.*) J.

CHRONIQUE

Exposition d'Électricité au Palais de Cristal à Londres en 1891. — Une exposition d'électricité, établie dans les mêmes conditions que celle qui a obtenu un si brillant succès en 1881, aura lieu au Palais de cristal en novembre 1891 et sera continuée pendant quelques mois.

L'Exposition comprendra :

a Les appareils servant à la dénomination des phénomènes et des lois de l'électricité et du magnétisme.
b Les appareils de mesure et de contrôle de l'électricité.
c Les batteries électriques. — Piles primaires et secondaires.
d Les machines et appareils destinés à produire les courants électriques par les moyens mécaniques. — Électricité dynamique.
e Appareils servant à la régularisation des courants électriques.
f Les moteurs électriques.
g Applications des moteurs électriques.
h Eclairage électrique.
i Chauffage par l'électricité.
j La métallurgie électrique et l'électro-chimie.
k Les applications de l'électricité à la soudure, à la galvanoplastie, à la trempe des métaux, à la dorure, argenture, bronzage, etc.
l Télégraphie et signaux électriques.
m Le téléphone et ses applications.
n Le phonographe.
o Electricité médicale et chirurgicale.
p Applications de l'électricité non encore déterminées jusqu'à ce jour.
q Documents historiques et statistiques sur l'invention de l'électricité.

r Progrès et développements de la science et de la construction des appareils électriques.

Les objets exposés seront reçus à partir du 12 octobre 1891 jusqu'au 3 novembre suivant et les machines, appareils ou produits devront être installés avant le 6 novembre.

Les emplacements sont concédés gratuitement.

Les exposants auront à leur charge les frais de transport, de livraison, de montage et d'enlèvement de leurs produits, de même que toutes les dépenses de leurs installations quelles qu'elles soient.

Toutes les installations d'éclairage électrique devront être exécutées en suivant strictement les règlements du Comité du Fire-office (Assurance contre l'Incendie).

La force motrice vapeur sera mise à la disposition des exposants, qui devront la payer au prorata de la force employée.

Des médailles et des diplômes seront décernés.

Les demandes d'emplacement doivent être faites sur bulletins imprimés que l'on peut se procurer en s'adressant à l'Agent général pour la France, M. J. de Burgue, ingénieur, membre fondateur de la Société internationale des Electriciens, 98, rue Lafayette, à Paris.

Ces bulletins dûment remplis devront lui être renvoyés avant le 1er septembre 1891.

La Téléphonie en Suède. — On vient de faire une nouvelle innovation dans le service téléphonique à Stockholm. Dans cette ville, l'exploitation est faite partie par l'Etat, partie par une Société. Actuellement la Société, pour l'emporter dans la concurrence, offre de poser un appareil téléphonique chez toute personne qui lui en fera la demande moyennant la faible redevance annuelle de 10 couronnes (13, 50 fr). Chez ces personnes, les appels sont taxés à raison de 13 1/2 centimes l'un; les appareils seront pour cela munis d'un compteur d'appels. L'appelé ne paie pas de redevance.

Cette innovation est sans contredit la plus importante de toutes celles qu'on a vues depuis l'établissement des téléphones en Europe. Il est certain qu'avec cette mesure l'extension du téléphone en Suède, qui est déjà le pays de l'Europe où le téléphone est le plus usité, va prendre un développement énorme, puisque la dépense d'établissement sera supprimée pour le particulier et qu'on ne paiera que proportionnellement à l'usage qu'on fera de l'instrument.

Nouveaux câbles sous-marins. — La Commission du budget, après avoir entendu le ministre du commerce, a décidé la création de deux nouveaux câbles télégraphiques devant relier Marseille à Oran et à Tunis.

Sur l'avis de M. Millerand, rapporteur, elle a décidé que ces câbles seraient fabriqués par les usines de la Seyne, appartenant à l'Etat.

Transport de force à Genève. — Dans son rapport sur l'utilisation des eaux dérivées du Rhône, près de Genève, le colonel Turettini a rappelé que la moitié seulement de la force disponible, 4 400 chevaux, est utilisée. Les turbines ont actionné, pendant l'exercice 1890, 1 565 moteurs de 1/3 de cheval qui commandaient des machines à coudre, d'autres de 265 chevaux étaient utilisées à la production de la lumière électrique.

Les frais de premier établissement de l'usine ont été de 5 600 000 fr, et les recettes pour 1890 de 2 120 000 fr.

Éclairage électrique de Neuville-au-Bois. — La petite ville de Neuville-au-Bois (Loiret), vient d'adopter l'éclairage électrique pour ses rues.

Cet éclairage public, qui va s'étendre chez les particuliers, comprend 38 lampes à incandescence de 30 bougies et 2 lampes à arc de 10 ampères. Toutes les lampes sont montées en tension sur un circuit de bronze silicieux de 3 millimètres, placé au-dessus et le long des maisons; sa longueur totale est de 3 kilomètres ; l'intensité constante est de 10 ampères et la force électromotrice de 470 volts.

Les dynamos sont en série et tournent à 1 200 tours.

Cette installation a été faite par la maison Clemançon, de Paris, pour le compte de la ville; les premiers essais ont été très satisfaisants et l'inauguration officielle a eu lieu le 21 juin.

L'enseignement professionnel en France. — On lit dans *Paris-Moderne*, journal du XVIIe arrondissement :

« Le Comité de patronage des apprentis du XVIIe arrondissement ayant, dans sa séance solennelle du 24 mai, accordé une médaille de bronze à M. Mildé, l'électricien bien connu pour l'organisation et le fonctionnement d'une école professionnelle adjointe à ses ateliers, nous sommes allés rendre visite à celui-ci. Nous tenions, en effet, à nous rendre compte *de visu*, de l'œuvre ainsi récompensée afin, si cela nous semblait intéressant, de la faire connaître à nos lecteurs.

Or notre démarche n'a pas été vaine. Nous avons, en effet, été à même d'apprécier combien les industriels ont tort de ne pas se préoccuper de cette grave question de l'enseignement professionnel et de ne pas utiliser l'institution des syndicats comme œuvre de patronage en faveur des apprentis, lesquels sont trop souvent abandonnés à la discrétion des ouvriers et, parfois, à l'arbitraire des patrons.

Quand M. Mildé eut songé à sortir ses apprentis de ce fâcheux état de choses, il s'adressa à sa Chambre syndicale et lui offrit de lui laisser le mérite de prendre l'initiative d'une organisation

qui lui semblait d'autant plus indispensable que l'industrie électrique s'appuie constamment sur des découvertes scientifiques et nécessite, chez les ouvriers, des connaissances plus approfondies que dans la plupart des autres industries du marteau.

La Chambre syndicale des constructeurs électriciens, quoique animée des meilleures intentions, ne put arriver à s'entendre sur cette question et M. Mildé dut entreprendre, à ses risques et périls, une innovation qu'il croyait indispensable non seulement à l'avenir de sa maison, mais encore à celui de l'électricité industrielle tout entière.

Depuis deux ans sa modeste école professionnelle fonctionnne et les résultats obtenus lui ont pleinement donné raison. Les jeunes gens qui la fréquentent — ils sont vingt actuellement — et qui, pour la plupart, sortent des écoles communales du XVII[e] arrondissement, ont déjà acquis une suffisante habileté professionnelle ; aussi quelques-uns d'entre eux reçoivent-ils, hebdomadairement, une indemnité appréciable. Leur éducation technique, confiée à trois contremaîtres, est complétée par un cours théorique dirigé par M. Cazanova, professeur à l'Ecole Diderot, et consistant principalement en des leçons d'arithmétique, de géométrie et de dessin industriel, dont les modèles sont naturellement puisés parmi les principaux appareils que les élèves sont appelés à construire.

Un des résultats intéressants de cet enseignement un peu théorique mais avant tout pratique est, en dehors du goût que ces enfants ont acquis pour leur profession, une amélioration notable de leur tenue ajoutée à un sentiment très remarquable du respect qu'ils se doivent les uns aux autres.

La Société de patronage a évidemment rempli sa mission en encourageant cette création et nous ne saurions trop engager les chefs d'usines à suivre l'exemple de M. Mildé. Ils ont, en effet, la délicate mission de former pour l'avenir le personnel ouvrier et ils ne doivent pas se dissimuler qu'ils ont à compter désormais avec les avertissements réitérés et souvent très justes que leur donne chaque jour le parti socialiste militant.

Comme complément à cette œuvre de prévoyance. la maison Mildé a organisé chez elle, depuis plus de dix ans, différents services en faveur de ses ouvriers. C'est ainsi qu'elle a résolu, d'une façon on ne peut plus libérale, la question des accidents du travail en prenant exclusivement à sa charge l'ensemble des frais des assurances. Les indemnités consistent en secours permanents ou temporaires pour les blessés et en allocations fixes en cas d'incapacité de travail. Depuis 1879 le personnel de la maison Mildé est assuré aux Compagnies l'*Urbaine* et la *Seine*. Trente-deux sinistrés ont été secourus et il leur a été versé environ 10 000 fr.

Les bons résultats obtenus par cette organisation l'ont fait compléter depuis trois ans par la création d'une caisse de secours destinée à subvenir aux nécessités des ouvriers malades. Cette caisse, administrée exclusivement par les intéressés, est déjà venue en aide à trente-sept de ses membres. Elle est alimentée par un versement hebdomadaire fixe de trente centimes pour chaque membre ouvrier et par un prélèvement de 1 0/0 sur la valeur des appointements de chaque membre employé. De plus, la maison verse, semestriellement, une somme à peu près équivalente aux versements faits par son personnel ouvrier. Les résultats de cette modeste organisation ont souvent mis à l'abri de cruelles nécessités des ouvriers intéressants qui ne pouvaient être secourus précédemment que par une collecte volontaire forcément insuffisante et dont la forme est quelque peu décourageante pour ceux que favorise un secours dû à la simple générosité de leurs camarades.

Actuellement ce secours représente environ la moitié de la valeur des appointements perçus en temps normal ; il peut être augmenté dans certaines circonstances particulières et après décision du Conseil d'administration.

Enfin M. Mildé nous a entretenu d'un projet de création d'une caisse de retraite. Mais cette nouvelle question est tellement complexe et l'idée émise par M. Mildé touche à des questions d'une actualité si grande que nous nous proposons de revenir, dans un prochain article, sur certaines considérations qui nous ont paru présenter un grand intérêt. »

Exposition du travail. — Cette Exposition qui doit s'ouvrir le 23 juillet prochain promet d'être particulièrement intéressante dans sa section de mécanique générale.

M. Ducret, son directeur, a habilement organisé en 1885 la première exposition du travail ; chacun se souvient de l'énorme succès obtenu, et le nouvel effort qu'il tente en 1891 promet de réaliser un succès plus grand encore, car un mois avant l'ouverture officielle les plus importantes maisons de construction y ont donné leur adhésion. La force motrice de l'Exposition aura en vapeur une force d'un minimum de 150 chevaux au lieu de 50 chevaux force maximum employée habituellement pour les expositions du Palais de l'Industrie.

La transmission générale aura une longueur de 100 mètres montée sur vingt-six pylones en fer très élégants construits par la maison Merlat de Paris (disons en passant que dans une dizaine de jours cette transmission sera prête à tourner).

La Société anonyme des Générateurs inexplosibles, système A. Collet et C[ie], installe comme fourniture générale de vapeur des appareils pouvant produire 2 000 kilogrammes à l'heure.

L'importante Société des anciens établissements Cail monte, entre autres, une machine de 30 chevaux actionnant des dynamos et différents appareils de ses nouvelles constructions pour éclairage électrique.

La maison Douane Jobin et Cie expose une machine de 75 chevaux qui donnera le mouvement à la transmission principale.

Elle expose également des machines à glace de ses derniers types.

La Société centrale de Pantin (ancienne maison Weyher et Richemond) montrera en fonctionnant également un de ses derniers types de machines créé pour la lumière électrique.

La Compagnie du chemin de fer du Nord montrera également le résultat de ses dernières études sur l'électricité. — La Compagnie du gaz exposera plusieurs de ses modèles.

La maison Augé (agent général des lampes Khotinsky) prendra une grande part dans l'installation de l'éclairage électrique.

MM. Grouvelle et Cie feront fonctionner une nouvelle combinaison d'appareils de chauffage par la vapeur.

Un grand nombre d'industries doivent se trouver encore représentées et l'empressement des exposants se comprend d'autant mieux que la durée de cette exposition sera de quatre mois.

L'éclairage électrique à Paris. — Dans la séance du Conseil municipal de Paris du 12 juin, M. Lyon Allemand, au nom de la troisième Commission, a déposé la proposition suivante:

L'Administration a saisi le Conseil d'un mémoire tendant à l'amélioration de l'éclairage électrique des Halles centrales.

Le crédit demandé pour la réalisation de ce projet s'élevait primitivement à 27 800 francs. L'opération comprenait alors l'éclairage de la rue Baltar, dont la dépense s'élevait à 14 280 fr. Un nouveau mémoire relatif à des améliorations d'éclairage de la voie publique nous permet de déduire du crédit total le chiffre affecté à cette voie. La Commission propose, en conséquence, d'ouvrir un crédit de 13 520 francs pour l'amélioration de l'éclairage des pavillons n° 6, 11 et 12 et des allées couvertes côté est.

Nouvelles applications de l'électricité dans les théâtres !! — Un impresario de New-York, nous rapporte le *Monde Artiste*, vient de trouver un moyen fort ingénieux de tenir en éveil l'attention du public et de neutraliser les effets soporifiques que certaines œuvres dégagent incontestablement. Le très avisé directeur a fait relier chaque fauteuil aux piles électriques du théâtre.

Les fils passent, en réseau, sous le plancher, et montent insidieusement, un par un, sous chaque place occupée. Dès que le public semble prêter une attention plus faible, ou commence à bâiller, on met en jeu l'appareil ; et chaque auditeur sent en soi courir doucement une petite trépidation très douce, une titillation pas du tout désagréable ; alors, tout ragaillardi, remis en bonne humeur, il rend au spectacle son attention un moment distraite.

Pourvu que le directeur ne charge pas trop ses piles !... On se souvient que c'est de façon analogue, quoique moins anodine, que New-York, l'an dernier, a réalisé un progrès dans les exécutions suprêmes !

BREVETS D'INVENTION

Délivrés du 1er au 7 mars 1890

209602 **Société dite: Elmores French patent Copper depositing Company Limited.** — Perfectionnements dans les procédés et appareils pour la fabrication de tuyaux, plaques, rubans et fils en cuivre par l'électrolyse (18 novembre 1890).

209615 **Waddell.** — Perfectionnements dans les signaux électriques des voies ferrées (18 novembre 1890).

209618 **Thomson.** — Perfectionnements relatifs au soudage des métaux par l'électricité (18 novembre 1890).

209624 **Thomson et von Kohler.** — Perfectionnements dans les boutons poussoirs pour circuits électriques (18 novembre 1890).

209625 **Worms.** — Fabrication d'un nouvel alliage à base de plomb pour accumulateurs électriques et autres usages (18 novembre 1890).

209640 **Picard.** — Système de télégraphie et de téléphonie simultanées sans antiinducteur (19 novembre 1890).

209672 **Harper.** — Perfectionnements dans les lampes à arc électriques (21 novembre 1890).

209674 **Tommasi.** — Nouvelle lampe électrique pour mineurs (21 novembre 1890).

209692 **Guerre.** — Accumulateur électrique (24 novembre 1890).

209704 **Foveau de Courmelles.** — Appareil pour le transport électrique des médicaments dans le corps humain (22 novembre 1890).

209721 **Desruelles.** — Système d'appareil dit: *Transformateur électro-thermique*, servant à la production de la chaleur par l'électricité et à son rayonnement (22 novembre 1890).

209727 **Neujean.** — Nouveau procédé de fabrication de fils métalliques inoxydables et leurs applications notamment en électricité, en téléphonie et en filature (24 novembre 1890).

209730 **Dilli.** — Bain minéral à l'acide carbonique combiné avec l'emploi du courant électrique (24 novembre 1890).

209743 **Spohr.** — Système d'horloges électriques pour l'emploi des courants alternatifs (24 novembre 1890).

Du 8 *au* 14 *mars* 1891

209765 **Hatch.** — Perfectionnements dans les accumulateurs d'électricité (25 novembre 1890).

209766 **Bornholdt et Glatz.** — Système perfectionné de récipients vides d'air pour lampes à incandescence et autres usages et ses procédés de fabrication (25 novembre 1890).

209768 **Coward.** — Appareil perfectionné déclenché automatiquement par l'introduction d'une pièce de monnaie servant à donner des commotions électriques (25 novembre 1890).

209779 **Wheless et Wheathley.** — Perfectionnements aux tramways électriques à conduits souterrains (25 novembre 1890).

209782 **Société anonyme d'éclairage et de force par l'électricité.** — Système de coffret électrique (25 novembre 1890).

209783 **Capocci, Picone et Spacagna** — Signaux contrôleurs électriques pour éviter les accidents de chemins de fer (25 novembre 1890).

209786 **O'Neil.** — Boussole automatique électrique indiquant la latitude et enregistrant la route suivie par le navire (25 novembre 1890).

209788 **Arnould.** — Nouvelles moulures rainées pour distribution électrique (25 novembre 1890).

209826 **Bardot.** — Nouvel appareil télégraphique imprimeur ayant plusieurs de ses parties susceptibles d'être employées dans l'utilisation générale de l'électricité (27 novembre 1890).

209832 **Courot.** — Système de lampe à arc voltaïque brûlant en vase clos dans un milieu gazeux déterminé ou dans le vide (27 novembre 1890).

209833 **Rotten.** — Perfectionnements dans la distribution de l'énergie par des accumulateurs (27 novembre 1890).

209835 **Van den Berghe.** — Utilisation de la persistance des impressions lumineuses sur l'œil pour réaliser une économie d'énergie dans l'éclairage électrique (27 novembre 1890).

209839 **Cassagnes.** — Système de synchronisme par électro-diapasons (27 novembre 1890).

209850 **De Meritens.** — Nouvelle pile à grand débit (28 novembre 1890).

209859 **Société anonyme des anciens établissements Cail.** — Perfectionnements aux machines dynamo-électriques (28 novembre 1890).

209865 **Orecchioni.** — Torpille électrique dirigeable (système Orecchioni) (1er décembre 1890).

209866 **Orecchioni.** — Vigie électrique sous-marine (système Orecchioni) (1er décembre 1890).

209873 **Société des machines magnéto-électriques Gramme.** — Régulateur Gramme équilibré (29 novembre 1890).

209877 **Dardel.** — Nouvelle pile électrique (29 novembre 1890).

209882 **Bernardel.** — Verrou automatique électrique, allumeur-extincteur (29 novembre 1890).

209894 **Iliffe.** — Perfectionnements dans les commutateurs électriques (29 novembre 1890).

209904 **Rentzsch.** — Suspension réglable pour lampes à incandescence (1er décembre 1890).

209914 **Carpenter.** — Système perfectionné de fer à souder électrique (1er décembre 1890).

209917 **Société Deutsche Central Uhrengesellschaft C. A. Mayrhofer et Cie.** — Appareil pour régler et remonter d'un poste central des horloges, des pendules, etc. (17 octobre 1890).

209925 **Jewel.** — Perfectionnements dans les mécanismes compteurs ou enregistreurs (1er décembre 1890).

209932 **Fontaine-Atgier.** — Machine voltagramme (1er décembre 1890).

209937 **Pogneaux.** — Pile *Junius Pogneaux* (6 décembre 1890)

209945 **Greenfield.** — Système perfectionné de conduit souterrain pour la distribution électrique (2 décembre 1890).

CERTIFICATS D'ADDITION

Délivrés du 15 *au* 21 *février* 1891

179824 **Société anonyme « l'incandescence électrique. »** — Cert. d'add. au brevet pris, le 23 novembre 1886, par le sieur Pauthonier et dont ladite société est cessionnaire, pour un procédé de réparation des lampes électriques à incandescence (31 octobre 1890).

190385 **Duvalle et Dousson.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 3 mai 1888, pour un moteur dynamique servant à la transformation directe de l'électricité en force mécanique et réciproquement (31 octobre 1890).

202580 **Bayle.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 11 décembre 1889, pour une lampe à arc (6 novembre 1890).

205442 **Clegg.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 5 mai 1890 pour perfectionnements dans la fabrication des émetteurs de lumière ou luminaires pour lampes électriques et autres (29 octobre 1890).

207890 **David.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 27 août 1890, pour un compteur d'énergie électrique (3 novembre 1890).

208783 **Ducretet.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 11 octobre 1890, pour voltamètres ou cuves à décomposition à grand débit, servant à la production et à l'utilisation industrielle des gaz provenant de la décomposition électrolytique de l'eau (6 novembre 1890).

Du 22 *au* 28 *février* 1891

203609 **Jausseran (dame).** — Cert. d'add. au brevet pris, le 6 février 1890, pour une serrure à gorges avec application ou sans application de sonnerie ordinaire ou électrique (8 novembre 1890).

190085 **Maquaire.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 19 avril 1888, pour système de régulateur électrique dit : *Régulateur absolu* (12 novembre 1890).

208783 **Ducretet.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 11 octobre 1890, pour voltamètres ou cuves à décomposition, à grand débit, servant à la production et à l'utilisation industrielle des gaz provenant de la décomposition électrolytique de l'eau (12 novembre 1890).

208868 **Renard.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 18 octobre 1890, pour un appareil destiné à la production électrolytique de l'hydrogène et de l'oxygène par l'électrolyse (15 novembre 1890).

Du 1er *au* 7 *mars* 1891

208783 **Ducretet.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 11 octobre 1890, pour voltamètres ou cuves à décomposition, à grand débit, servant à la production et à l'utilisation industrielle des gaz provenant de la décomposition électrolytique de l'eau (15 novembre 1890).

Du 8 *au* 14 *mars* 1891

207399 **Dion.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 4 août 1890, pour nouveaux perfectionnements dans les avertisseurs électriques d'incendie (25 novembre 1890).

204328 **Cheswright.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 13 mars 1890, pour perfectionnements dans les piles voltaïques secondaires (28 novembre 1890).

L'Editeur-Gérant : Georges CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LE COMPTEUR GOUBERT

M. Goubert a fait breveter tout dernièrement un compteur d'électricité appartenant à la classe des watts-heure-mètre ou compteurs d'énergie, c'est-à-dire que cet appareil effectue l'intégrale $\int_0^T EIdt$.

Cet instrument est caractérisé par l'emploi d'un liquide quelconque dont l'écoulement est dirigé par l'intermédiaire d'un wattmètre sur un moteur hydraulique. Ce dernier, mis en mouvement par le liquide qui s'écoule, actionne un compteur de tours.

L'appareil tel qu'il a été réalisé par l'inventeur se compose essentiellement d'un électrodynamomètre A (fig. 1) dans lequel le ressort antagoniste du circuit mobile est disposé de manière à donner passage à un filet d'eau dont la pression est régularisée et maintenue constante.

L'une des extrémités du ressort est en communication avec le réservoir à eau, tandis que l'autre, traversant l'axe de la bobine mobile auquel il est fixé, en forme pour ainsi dire l'aiguille indicatrice et permet au liquide de s'écouler.

Le jet est dirigé suivant l'angle de déviation de la bobine mobile dans les augets à compartiments d'une petite roue hydraulique B.

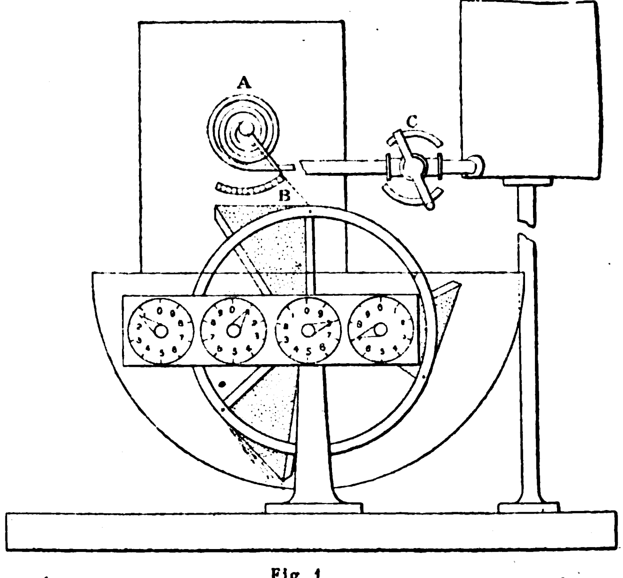


Fig. 1.

Un interrupteur C sert à fermer ou à ouvrir le circuit d'utilisation du courant électrique. Il est disposé de manière à manœuvrer automatiquement l'obturateur placé sur la conduite d'eau venant du réservoir.

Dans ces conditions, si l'on vient à fermer le circuit, l'obturateur s'ouvre et le compteur se met en marche ; l'inverse se produit lorsqu'on interrompt le courant.

La figure 2 est une vue en perspective de ce compteur, dont la figure 3 donne le plan et la figure 4 une vue de côté.

Chaque auget de la roue hydraulique B est divisé en autant de compartiments qu'il y a d'hectowatts à intégrer. On peut, s'il est nécessaire, subdiviser encore chacun de ces compartiments.

L'angle de déviation de l'aiguille de l'électrodynamomètre doit être réglé de manière que le jet de l'eau se déplace au-dessus de l'auget de longueurs proportionnelles au produit EI.

On peut éviter ce réglage préalable en plaçant entre l'aiguille et l'auget un dispositif que représente la figure 5 et qui a pour but d'amener l'eau, quel que soit l'angle de déviation de l'aiguille, dans les compartiments de l'auget, correspondants à l'énergie électrique qui traverse le wattmètre.

Un contre-poids P (fig. 6) équilibre l'action de l'eau sur la roue et ne permet à l'auget de basculer que lorsque son moment, par rapport à l'axe de la roue, devient

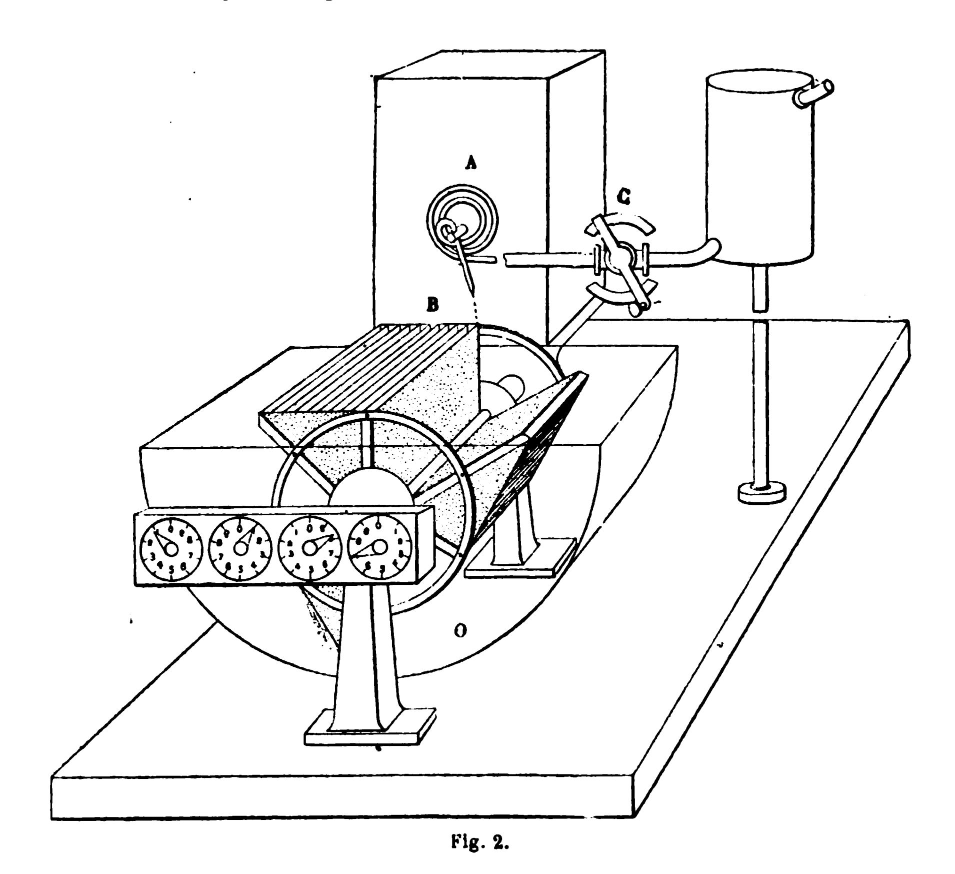


Fig. 2.

légèrement inférieur à la somme des moments, par rapport au même axe, de l'eau contenue dans les divers compartiments de l'auget.

Le rapport entre la vitesse de la roue et le compteur de tours est tel que l'aiguille du premier cadran avance d'une division pour chaque hectowatt-heure dépensé.

Le contre-poids P étant réglé une fois pour toutes, on comprend facilement que, si le wattmètre est traversé par un courant de 2, 3, 4, 5... hectowatts, l'eau arrivera dans les compartiments 2, 3, 4, 5... et, le débit restant le même, le mouvement de bascule des augets se produira 2, 3, 4, 5... fois plus souvent, en vertu du principe du levier du premier genre. Par suite, le premier cadran du compteur de tours avancera de 2, 3, 4, 5... divisions.

Il est bon de faire remarquer que, dans ce compteur, les mouvements de l'appareil de mesure ne sont point contrariés par le frottement d'un cliquet, d'une came ou de tout autre dispositif ayant pour but de le relier à l'intégrateur. On évite

ainsi une cause d'erreurs dans les indications de l'appareil. Il est vrai que le mouvement de l'eau exerce une action appréciable sur le ressort ; mais, comme cette action

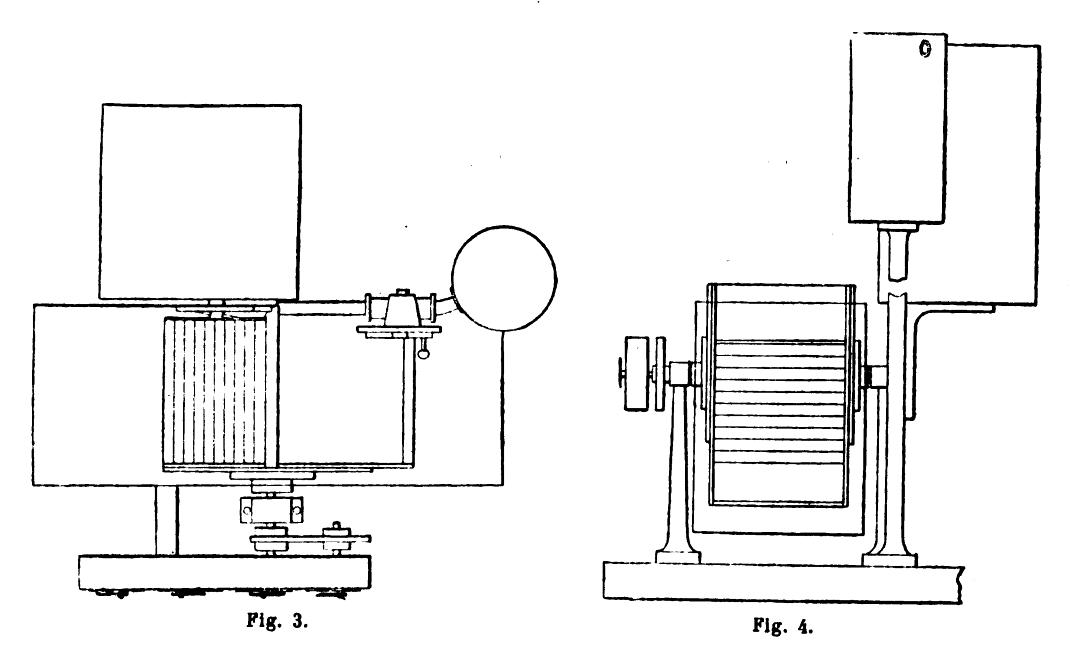


Fig. 3. Fig. 4.

est rendue invariable puisque la pression reste constante, il suffit d'en tenir compte lorsqu'on étalonne l'instrument.

Avec un moteur hydraulique, les ratés et les arrêts ne sont guère à craindre, puisque l'intégrateur part toujours dès que le circuit d'utilisation est fermé et ne s'arrête que lorsque la dépense est nulle. En admettant d'ailleurs que, par suite d'une cause quelconque, l'obturateur vienne à ne pas fonctionner et reste ouvert, l'eau s'échapperait par l'extrémité de l'aiguille de l'électrodynamomètre, mais le moteur hydraulique ne fonctionnerait que tout autant que la dépense en énergie électrique serait réelle et s'arrêterait si cette dépense était nulle, puisque l'eau s'écoulerait dans ce cas en dehors des augets.

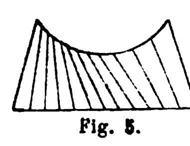


Fig. 5.

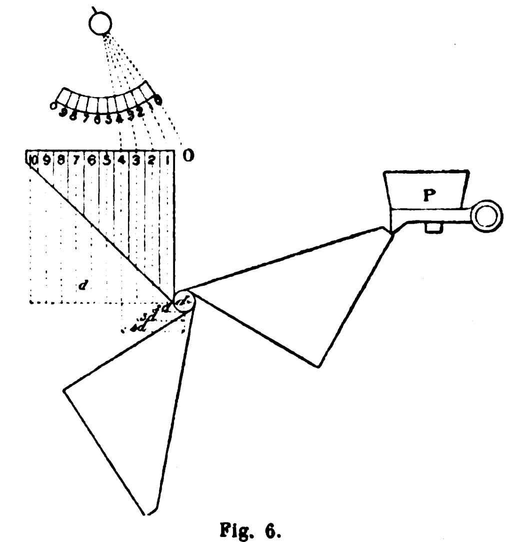


Fig. 6.

Le fonctionnement du compteur de M. Goubert n'exige qu'une dépense d'eau n'excédant pas quatre litres par heure.

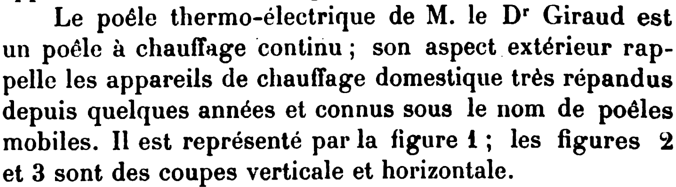
J.-A. Montpellier.

LE POÊLE THERMO-ÉLECTRIQUE DE M. LE Dr GIRAUD

Les piles thermo-électriques ont été fort peu employées jusqu'à présent, à part quelques cas spéciaux, à cause de leur mauvais rendement, de leur fragilité, des réparations fréquentes qu'elles nécessitent et de leur encombrement ; à ce dernier point de vue, elles peuvent cependant lutter avec les dynamos actionnées par des moteurs quelconques, mais le prix de revient de l'énergie électrique qu'elles fournissent s'est trouvé jusqu'à présent trop élevé pour qu'on pût songer à utiliser ces appareils à la transformation directe de la chaleur en électricité. Ce problème a une importance si grande que l'on doit encourager tous ceux qui lui cherchent une solution.

Les piles thermo-électriques sont du reste encore perfectibles et on est loin d'avoir atteint leur rendement théorique qui, d'après les calculs de M. Ch.-Ed. Guillaume [1], peut s'élever jusqu'à 33 0/0 de ce que donnerait une machine thermique parfaite.

Le prix de revient de l'énergie fournie par les piles thermo-électriques se trouve considérablement abaissé si l'on donne à l'appareil une forme rationnelle en employant comme combustible le charbon ou le coke au lieu du gaz et surtout si l'on utilise comme mode de chauffage, l'excès de chaleur que l'on est obligé de produire. C'est en se basant sur ces considérations que M. le Dr Giraud de Chantilly a entrepris de longues et patientes recherches qui l'ont conduit à la construction d'un poêle thermo-électrique fournissant à la fois le chauffage d'un appartement et son éclairage normal.



Le poêle thermo-électrique de M. le Dr Giraud est un poêle à chauffage continu ; son aspect extérieur rappelle les appareils de chauffage domestique très répandus depuis quelques années et connus sous le nom de poêles mobiles. Il est représenté par la figure 1 ; les figures 2 et 3 sont des coupes verticale et horizontale.

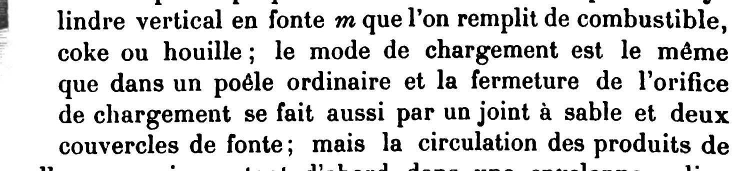


Fig. 1.

Le poêle proprement dit est constitué par un cylindre vertical en fonte *m* que l'on remplit de combustible, coke ou houille ; le mode de chargement est le même que dans un poêle ordinaire et la fermeture de l'orifice de chargement se fait aussi par un joint à sable et deux couvercles de fonte ; mais la circulation des produits de combustion est plus rationnelle ; ceux-ci montent d'abord dans une enveloppe cylindrique *l*, redescendent ensuite dans une seconde enveloppe *i* concentrique à la première et s'échappent enfin par la cheminée *p*.

Cette double circulation a pour but de rendre le poêle isotherme, c'est-à-dire d'égaliser la température de l'enveloppe sur toute sa hauteur et en outre d'éviter les coups de feu qui détérioreraient les éléments. A la partie inférieure se trouvent la grille et le cendrier qui servent à régler la combustion en permettant l'arrivée d'une plus ou moins grande quantité d'air ; le poêle est monté sur roulettes.

La partie électrique est constituée par une série d'éléments thermo-électriques, disposés sur toute la hauteur du poêle en 18 ou 25 couronnes horizontales suivant les types ; un passage est réservé pour le tuyau aboutissant à la cheminée.



[1] *La Lumière électrique*, t. XXVIII.



Chaque élément est constitué par un couple nickel ou fer blanc et un alliage à base de zinc et d'antimoine et renfermant plusieurs autres métaux destinés à augmenter la force électromotrice des couples, à accroître leur solidité et leur résistance mécanique et par suite leur durée et à élever leur point de fusion. Cet alliage a été spécialement étudié par M. le Dr Giraud qui est parvenu à lui donner une homogénéité remarquable et à éviter toute cristallisation ; ces éléments paraissent avoir toutes les qualités qui faisaient défaut à ceux que l'on employait jusqu'à ce jour et les conditions dans lesquelles ils travailleront, en ne subissant que de très faibles variations de température, leur assureront une très longue durée.

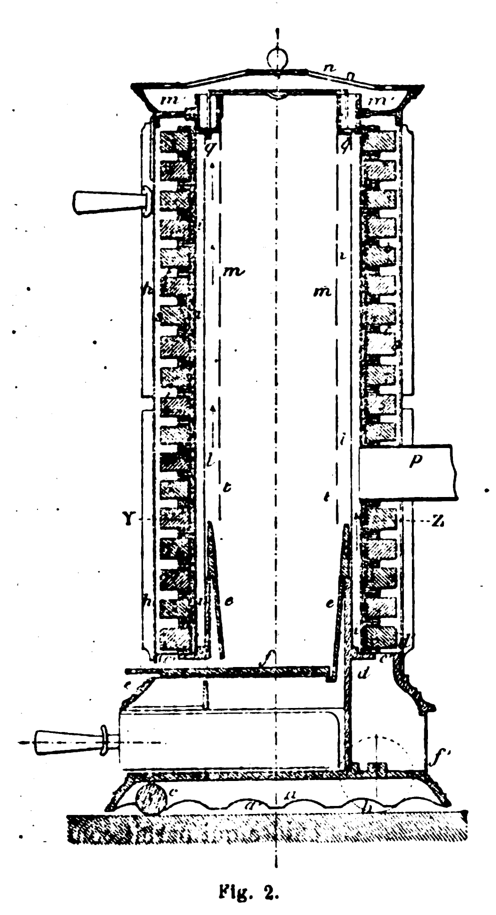


Fig. 2.

La soudure chaude de chaque élément est entourée d'amiante, puis enfermée dans une alvéole en tôle emboutie, laquelle est fixée sur la face extérieure du poêle. Ces boîtes de tôle sont juxtaposées et, grâce à leur masse, contribuent à égaliser la température de toutes les soudures. La longueur des éléments est d'environ 12 cm. Le poêle est enveloppé d'une

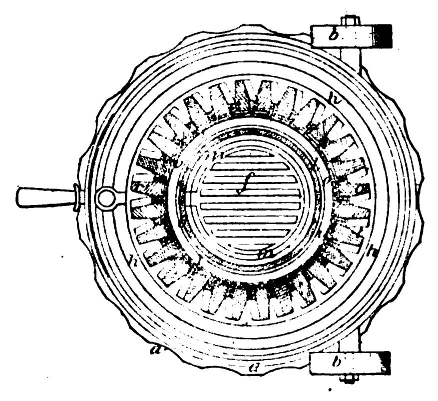


Fig. 3.

chemise de tôle munie d'ailettes, distantes de quelques millimètres des soudures froides et ménageant autour de celles-ci un vif courant d'air ascendant; leur température est d'environ 200°, tandis que celle des soudures chaudes s'élève à 380°.

Le poêle que nous avons vu fonctionner avait 700 éléments, tous groupés en tension, et donnait:

35 volts en circuit ouvert;

5 ampères en court circuit.

En le faisant travailler dans les conditions de puissance utile maxima on obtient 17,5 volts aux bornes et un courant de 2,5 ampères, soit 43,75 watts dans le circuit extérieur.

La résistance est de 7 ohms à chaud et 6,1 ohms à froid.

En augmentant le tirage de la cheminée, on a pu lui faire donner 46 watts utiles, et il est possible de le régler à 35 ou 30 watts et même au dessous. On voit qu'il fournit ainsi aisément une énergie électrique de 1 kilowatt-heure par jour.

Il pourrait alimenter d'une manière continue 2 lampes de 8 bougies, mais il est préférable d'employer son courant à charger continuellement une batterie d'accumulateurs qui, en tenant compte de leur rendement, pourront fournir 750 à 800 watts-heure, soit un éclairage correspondant à 10 lampes de 8 bougies brûlant pendant 3 heures, ce qui fait environ 30 lampes-heure.

La consommation de ce poêle est de 28 kilos de coke sec ou 38 kilos de houille maigre par 24 heures ce qui donne 1,50 fr. comme prix du combustible consommé par jour, en comptant l'hectolitre de coke, pesant 37 kilos, à 2 fr.

Le prix de revient du kilowatt-heure est dans ces conditions de 1,50 fr. au maximum, et on a en sus le chauffage de l'appartement. En tenant compte de la perte due aux accumulateurs, le prix de la lampe-heure de 8 bougies n'atteint pas 5 centimes, en comptant 3 watts par bougie.

Il n'est actuellement pas possible d'obtenir le chauffage et l'éclairage d'un appartement à un prix aussi bas, même si l'on fait entrer en ligne de compte l'amortissement et les frais de l'installation.

On peut en outre transporter ce poêle d'une chambre dans une autre si l'on a soin d'établir, dans le voisinage de chaque cheminée, deux fils allant à la batterie d'accumulateurs et qu'il suffit de relier aux bornes du poêle pour mettre celle-ci en charge.

Le prix du kilowatt-heure fourni par le poêle thermo-électrique est notablement inférieur à celui de la même énergie obtenue avec des piles, sauf toutefois avec celles dont les produits secondaires sont directement utilisables, comme la pile Perreur-Lloyd par exemple, mais l'entretien de l'appareil est beaucoup plus simple et peut être confié au premier domestique venu. De plus aucune pile ne peut produire à la fois de l'électricité et le chauffage d'un appartement; toutes exigent une surveillance, certaines manipulations et des produits chimiques souvent corrosifs que l'on ne trouve pas partout aussi facilement que le coke ou la houille.

M. le Dr Giraud étudie en ce moment l'application du même principe au poêle cuisinière et au calorifère. Le premier aura absolument les mêmes dimensions que le poêle cuisinière ordinaire à un seul foyer, mais il contiendra en outre 1 000 à 1 100 éléments thermo-électriques et pourra fournir environ 60 watts utiles. Le second destiné au sous-sol des habitations pourra chauffer et éclairer une maison entière ; l'inventeur espère qu'il pourra donner 400 watts utiles, soit près de 10 kilowatts par heure, ce qui permet un éclairage d'environ 320 lampes-heures de 8 bougies. Ce chiffre qui paraît considérable n'est pourtant pas exagéré et nous ne doutons pas que les résultats obtenus avec ce nouvel appareil réalisent les prévisions du constructeur. Dans ces conditions l'éclairage domestique ne coûtera presque rien pendant la saison d'hiver, puisque le chauffage des appartements est obligatoire : en été, au lieu d'envoyer l'air chaud dans la maison, on le dirigera directement dans une cheminée. Nous donnerons la description détaillée de ces nouveaux appareils dès qu'ils auront été complètement étudiés.

H. Wuilleumier.



LES PROCÉDÉS LES PLUS RÉCENTS POUR LA PRODUCTION ÉLECTROLYTIQUE DU CHLORE ET DE LA SOUDE CAUSTIQUE

J'ai appelé fréquemment l'attention sur l'influence nuisible de l'hydrogène dans l'électrolyse des solutions de chlorures dont les produits de décomposition se recombinent. Le moyen le plus communément adopté pour combattre l'action de l'hydrogène est d'intercaler des cloisons poreuses ; mais le remède n'est guère efficace, car non seulement c'est augmenter la résistance, c'est aussi créer une polarisation, puisque l'hydrogène va se plaquer et, pour ainsi dire, s'immobiliser sur les diaphragmes. Partant, point d'économie dans la production du chlore électrolytique.

Le problème a l'air simple, mais il ne l'est pas. Soit qu'on veuille produire de la soude caustique ou bien de l'hypochlorite, il faut compter avec la présence en abondance de l'hydrogène, et, jusqu'à présent, les dispositifs auxquels on a eu recours pour se débarrasser de ce gaz nuisible à l'opération, ont été aussi peu variés que peu pratiques.

Hœpfner avait eu recours en 1884 à des substances dépolarisantes pour empêcher l'envahissement de l'hydrogène. Ses agents dépolarisants étaient liquides ou solides, et, parmi ces derniers, ceux qu'il préférait étaient le peroxyde de plomb, l'oxyde de zinc, l'oxyde de cuivre, etc.

Dans ce même ordre d'idées, Richardson et Holland dont le système de blanchiment électrolytique a fait tant de bruit, il y a un an, à la suite d'un article du *Times*, se servent d'oxyde de cuivre.

Au fond d'une cuve peu profonde contenant de l'eau salée, ils mettent leur cathode qui est faite de charbon, de toile de cuivre ou de fer, ou bien un grillage. Là-dessus ils entassent de l'oxyde de cuivre qu'ils pressent.

Au dessus se trouve l'anode.

Il n'y a pas d'hydrogène dans la cuve parce qu'à l'état naissant il se combine avec l'oxygène de l'oxyde de cuivre, forme de l'eau, et réduit à l'état métallique l'oxyde qui peut être réoxydé en le chauffant à l'air.

Dans ces conditions-là, il se forme, d'après les dires de Richardson et Holland, du chlore à l'anode et de la soude caustique au bas de la cuve vers la cathode.

Si on veut avoir non pas un alcali caustique mais de l'hypochlorite, on n'a, toujours d'après Richardson et Holland, qu'à mettre la cathode en haut et l'anode au fond de la cuve. Dans ce cas, le chlore monte et, au moment où il se rencontre avec la soude caustique de la cathode, forme de l'hypochlorite.

Ce que je ne puis m'expliquer, c'est que, Richardson et Holland qui se plaignent de l'excès d'hydrogène produit par l'électrolyse de la solution d'eau salée, attachent beaucoup d'importance à la grande surface de leur cathode ; — plus la surface est grande, plus la quantité d'hydrogène à éliminer l'est aussi.

Bien avant Richardson et Holland, je me suis servi d'une cathode, en toile de fer ou de cuivre, placée au fond d'une cuve plate et noyée dans une couche de peroxyde de manganèse pressé sur l'électrode. Mais, du moins, j'avais grand soin de réduire autant que possible la surface de cette cathode, qui même parfois consistait simplement en une barre ou un tuyau de fer.

Richardson et Holland ne rejettent pas absolument l'emploi de diaphragmes poreux. Au contraire, d'après un autre dispositif, ils ont, eux aussi, des cloisons poreuses ; mais je ne vois réellement pas qu'il soit nécessaire de décrire ce système qui n'a rien de nouveau et qui a pour but la production à bon marché et simultanée de chlore et de soude caustique. Un autre de leurs procédés est basé sur la tendance de l'alcali à descendre. L'hydrogène libéré, disent-ils, donne une commotion au liquide ; et la soude caustique,

elle aussi, est entraînée vers la surface et, par conséquent, il y a recombinaison du chlore et de la soude. Pour éviter cet inconvénient Richardson et Holland divisent leur cuve électrolytique en trois compartiments au moyen de cloisons non poreuses qui ne vont pas jusqu'au bas de la cuve. — Ceci n'est pas renouvelé des grecs qui ne cherchèrent jamais à décomposer le chlorure de sodium, mais ce n'est point nouveau, et quand même ces cloisons qui pendent presque jusqu'au bas de la cuve seraient quelque chose d'original, la résistance qu'elles opposent dépasserait considérablement celle des cloisons poreuses dont il ne faut pas dire de mal, et qui ont du bon, et ne sont pas aussi résistantes qu'on le croit, quand on sait s'en servir d'une façon convenable et rationnelle.

La fabrication électrolytique du chlore et de la soude par la méthode Greenwood fait en ce moment oublier Richardson dont, à la suite de l'article du *Times* qui était rempli de louanges, mais ne donnait pas le moindre détail, toute la presse anglaise et américaine a parlé de la manière la plus enthousiaste. J'irai même jusqu'à dire que certains journaux d'électricité ont touché cette question en énonçant des résultats, mais sans donner le moindre renseignement sur l'appareil électrolytique et le rendement en chlore.

Greenwood électrolyse sa solution de chlorure de sodium dans des récipients en fer ou en métal combiné avec du charbon et dans lesquels il a des cloisons poreuses. Les parois de ses récipients lui servent de cathode, ce qui fait que son dispositif a un caractère de parenté très prononcé avec des électriciens qui ont décomposé de la même manière des solutions de chlorure avant que Greenwood n'ait songé à faire du chlore électrolytique.

Au milieu du récipient est placé un cylindre de métal combiné avec du charbon. Cette combinaison a lieu en déposant par le courant du cuivre sur le charbon, puis en soudant le charbon au cuivre. — J'avoue avec la plus grande humilité que cette manière de construire une anode qui doit fonctionner dans un électrolyte de chlorure de sodium dépasse toutes les notions que j'ai pu acquérir au cours d'une longue expérience des choses de l'électrolyse et de la production électrolytique du chlore. — Je ne comprendrai jamais, tant que je ne l'aurai pas vu, que le cuivre combiné ou non avec du charbon puisse servir d'anode en présence du chlore et de l'oxygène qui sont libérés dans une solution de chlorure de sodium.

Entre les deux électrodes, positive et négative, se dresse le diaphragme poreux indispensable, inévitable, dès qu'il s'agit de fabriquer du chlore et de la soude caustique à l'aide de l'électricité.

Nous savons tous que qui dit diaphragme, dit résistance et dépense plus forte en force motrice. D'autres cherchent à diminuer cette résistance. Greenwood a adopté pour son diaphragme une série de morceaux de porcelaine ou de verre en forme de V, remplis d'amiante ou d'autres matières fibreuses, empilés les uns sur les autres pour empêcher la diffusion du chlore et séparer les produits obtenus dans le compartiment du pôle positif et dans celui du pôle négatif.

Ajoutez à cela le réservoir d'alimentation, les tuyaux de vidange et une circulation quelconque et vous aurez une idée exacte de ce qui se fait en l'an 1891 en matière d'électrolyse de solutions de chlorure de sodium. Est-ce là le progrès ? Étonnons-nous après cela que les chimistes qui fabriquent le chlore et les alcalis caustiques soient si impitoyables quand ils raillent les vains efforts de ceux qui disent qu'on peut et qu'on doit produire industriellement le chlore et les alcalis par l'électrolyse à bien meilleur marché que par les méthodes ordinaires.

E. Leonardi.

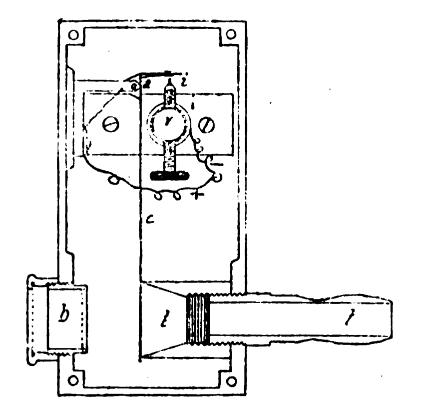


REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Sur un avertisseur électrique permettant de constater dans un courant gazeux de très faibles variations de pression.

Par MM. G. et L. Richard

L'appareil très simple et de très petit volume que nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie est destiné à accuser des dépressions très faibles dans un courant gazeux ; il est d'une sensibilité extrême et peut, d'après les essais que nous avons faits, manifester des variations de pression exprimables par quelques centièmes de millimètre d'eau.



Il se compose essentiellement d'une boîte métallique mise en communication par un tube *t* avec le conduit dans lequel passe le courant gazeux.

Ce tube est obturé par un clapet *c* en métal léger, mobile autour d'un axe *a* et équilibré de telle manière qu'au régime, ou lorsque la dépression est inférieure à la limite pour laquelle l'avertisseur est réglé, il reste écarté du tube *t* et ferme en *i* un circuit électrique dans lequel est placé une sonnerie par exemple. Une boîte à ouate *b* empêche les poussières d'entrer dans le mécanisme.

On conçoit alors comment fonctionne l'appareil ; si une dépression se produit, le clapet *c* est attiré et vient fermer l'orifice du tube ; le circuit *i* est ainsi ouvert et le courant ne passe plus.

En faisant varier la position de l'ensemble par rapport à la verticale, on fait varier la position du disque par rapport au tube, la sensibilité se modifie en plus ou en moins et, au-delà d'un certain point, on a un avertisseur d'augmentation de pression.

Ces dispositifs sont susceptibles d'applications industrielles, et, en particulier, ils peuvent être mis en relation avec les conduits de fumée ou de ventilation pour indiquer les refoulements qui s'y produisent quelquefois ; ils présentent aussi un réel intérêt pour les poêles à combustion lente. Nous ne parlons pas de ceux dont le conduit de fumée est tellement petit qu'ils brûlent pour ainsi dire sous pression, mais bien de ceux dont le tuyau est d'un diamètre assez large pour assurer, en marche normale, un vide dans le foyer.

Lorsqu'il s'agit de ces derniers, il est souvent utile de compléter l'avertisseur par un interrupteur automatique évitant que les courants d'une durée trop faible passent par la sonnerie. Sans cette précaution, en raison même de l'extrême sensibilité de l'appareil, l'ouverture ou la fermeture des portes ou fenêtres pourrait amener de courts arrêts de tirage qui feraient tinter la sonnerie sans qu'il y ait aucun danger.

Pour obtenir ce résultat, nous intercalons dans le circuit, convenablement divisé, un électro-aimant qui attire un barreau de fer doux actionnant un moulinet d'horlogerie dont le total des révolutions ne dépasse pas la durée minima que l'on s'est fixée. Arrivé à fond de course, ce barreau ferme le circuit de la sonnerie ; un ressort ramène ensuite l'ensemble du mécanisme dans sa position primitive.

(*Académie des Sciences de Paris, séance du* 15 *juin* 1891.)

Les transmissions électriques

Par M. Hillairet

M. Hillairet décrit un certain nombre de transmissions électriques qu'il a réalisées dans ces dernières années, et cite quelques autres applications intéressantes de ce nouveau moyen qui peut compter maintenant parmi les ressources les plus utiles de la mécanique.

Avant d'aborder cette description, il rappelle les procédés qui permettent l'accouplement des machines génératrices et réceptrices, les éléments des méthodes d'essai les plus simples et les limites pratiques des résultats qu'on peut obtenir.

Cabanellas et Tresca, ont, à différentes reprises, entretenu les membres de la Société des procédés de réglage et de distribution des transmissions électriques, ainsi que des méthodes dynamométriques qui permettent d'en analyser le fonctionnement.

Il n'y a donc pas lieu d'insister sur ces notions.

Cependant il est utile que l'on se souvienne qu'il n'est pas toujours facile de commander une dynamo réceptrice par une dynamo génératrice ;

que ces deux machines doivent être étudiées spécialement suivant l'usage auquel on les destine, et qu'il est encore moins aisé d'alimenter plusieurs réceptrices avec une seule génératrice.

Les principaux modes de distribution sont:

1° La distribution en dérivation ou en arc parallèle, où tous les récepteurs sont alimentés sous un nombre de volts sensiblement constant.

Les procédés qui permettent de maintenir cette constance aux bornes de la génératrice, ou entre deux points donnés du circuit, ont été indiqués par M. Marcel Deprez en 1880; et le principe de la machine dynamo auto-excitatrice à enroulement mixte, universellement connue sous le nom de dynamo *compound*, a été exposé par M. Desroziers en 1882.

Ce mode de distribution est le plus répandu;

2° La distribution en série. Ce mode de distribution est moins répandu que le précédent: les procédés qui permettent de le réaliser ne sont pas encore complètement satisfaisants, dans le cas le plus général du moins, car il y a des cas particuliers suffisamment résolus.

Dans cette distribution, tous les récepteurs sont *embrochés* à la suite les uns des autres sur un même conducteur.

Les procédés de réglage consistent, dans ce procédé, à maintenir constante l'intensité du courant qui parcourt le circuit, tandis que le nombre de volts doit varier suivant la charge.

M. Marcel Deprez a également indiqué en 1880 comment on pouvait, dans ce cas, opérer le réglage de la génératrice, mais des difficultés pratiques ont quelque peu entravé le développement de ce procédé.

Bien étudié et bien résolu, ce mode de distribution sera susceptible de rendre, dans l'avenir, les plus grands services : l'avantage d'un circuit de distribution en série sur un réseau de distribution en dérivation peut être considérable au point de vue de la dépense de premier établissement du conducteur.

Pour l'essai des transmissions électriques, l'emploi du dynamomètre et du frein est tout indiqué. Cependant, comme les dynamomètres sont des instruments coûteux et encore peu répandus, on peut, dans la plupart des cas, faire des essais complets avec un seul frein — par substitution — en faisant, au préalable, un tarage dynamométrique du moteur.

La méthode d'essai de MM. J. et E. Hopkinson mérite d'être signalée, car elle permet, avec des puissances restreintes, de faire l'essai de machines six ou huit fois plus puissantes que les moteurs dont on dispose.

Cette méthode consiste, en essence, à manchonner les deux machines génératrice et réceptrice, et à envoyer le courant de l'une dans l'autre. En vertu de la liaison mécanique des deux machines, la réceptrice apporte l'appoint de sa puissance au moteur pour mettre en mouvement la génératrice, et de cette façon on n'exige réellement du moteur que le travail correspondant aux résistances passives, mécaniques et électriques, des deux dynamos. En établissant un dynamomètre entre les moteurs et cet ensemble des deux dynamos, on conçoit qu'on puisse mesurer ainsi le rendement du système. A défaut de dynamomètre, on peut opérer soit avec une dynamo précédemment tarée comme moteur, soit avec tout autre moteur taré au frein, comme il a été indiqué qlus haut.

Il n'y a de limite ni à la puissance qu'on peut transmettre électriquement, ni à la distance sur laquelle on peut effectuer une transmission.

Le prix seul du premier établissement indique la limite de la dépense à ne pas dépasser, et cette dépense a été réduite successivement par l'emploi de tensions successivement croissantes, emploi qui apporte une réduction naturelle du prix du conducteur en diminuant la valeur des courants à transmettre.

Il n'en est pas de même du rendement final de la transmission. Si, au prix de sacrifices, on peut arriver à restreindre la perte d'énergie dans la ligne autant qu'on le veut, on ne peut, pour les machines, arriver à dépasser des rendements individuels supérieurs à 90 0/0, valeur que nous considérons comme limite pratique pour les machines les mieux étudiées et ayant une puissance d'au moins 60 ou 80 chevaux.

En supposant que la génératrice et la réceptrice aient chacune comme rendement individuel la valeur indiquée plus haut, et que la distance qui sépare ces machines soit nulle, le rendement de la transmission aurait pour valeur $0,90^2=0,81$, valeur qu'il faut considérer comme l'ordonnée à l'origine d'une asymptote, que ne peut dépasser la courbe des rendements, quelque sacrifice qu'on fasse.

M. Hillairet montre ensuite, au moyen de projections, les machines et installations suivantes:

Moteur de la coupole de l'observatoire de Nice, M. Deprez;

Perceuse flexible avec suspension de Cardan;

Perceuse à action directe;

Palan électrique;

Cabestan électrique du chemin de fer du Nord.

Pompe centrifuge et dynamo;

Pompe Letestu des mines de Hiendelaencina avec sa réceptrice;

Salle des génératrices de l'usine Larousse;

Salle des machines à coudre de l'usine Larousse;

Chantier électrique de l'avant-port de Bilbao. — Entreprise Coiseau, Couvreux et Allard;

Tramways Thomson Houston (États-Unis);

Vues de la transmission électrique de Domène;

Vues des chutes de la Valloirette (Saint-Michel, Savoie);

Vues du fer à cheval de la chute du Niagara.

(*Société des Ingénieurs civils*, *séance du* 15 *mai* 1891.)

Le papier comme isolant pour les câbles électriques

Un des progrès les plus importants en matière d'isolement des câbles destinés à transmettre les courants électriques a été accompli dans ces trois ou quatre dernières années. On sait à combien de tentatives plus ou moins heureuses a donné lieu ce sujet et quelles difficultés il présente avec les transmissions à haute tension à l'ordre du jour actuellement. Ces câbles doivent être légers et flexibles tout en présentant assez de solidité pour résister à la tension, et pour n'être pas endommagés par le bobinage et le dévidement non plus que par le tirage à travers des conduits souvent déjà encombrés. Il faut aussi que l'isolement se maintienne malgré les variations de température de manière à ne pas devenir insuffisant si le câble se trouvait soumis à une chaleur excessive; il faut de plus, même quand son pouvoir isolant est très réduit, qu'il conserve sa force mécanique pour éviter la rupture.

La «Norwick Insulated Wire C°» de New-York

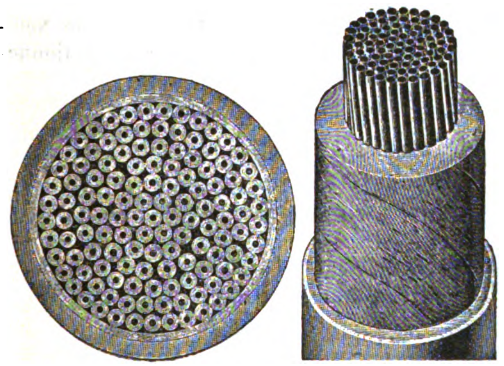


Fig. 1.

attribue toutes ces qualités à ses câbles dans lesquels elle se sert de papier comme isolant, et de fait cette compagnie travaille nuit et jour pour satisfaire aux demandes qui lui sont faites surtout en câbles à enveloppe de plomb n° 6 B. et S de 0,0156 m de diamètre extérieur. Plus de 40 kilomètres de ces câbles sont poses actuellement rien qu'à New-York; on en compte plus de 48 kilomètres à Chicago, et les ordres s'accumulent d'Angleterre, de France, d'Allemagne, y compris un câble concentrique Ferranti à grande section pour 10 000 volts. La Compagnie n'a pas encore eu connaissance d'une rupture, bien que tous ses câbles soient posés par les ouvriers ordinaires de chacune des entreprises qui s'en servent et que la « Norwick Insulated Wire C° » n'ait pas cru utile de recommander une méthode spéciale pour la confection des joints.

Le mode de fabrication est très simple, mais requiert un grand soin et une grande attention. Le papier est fabriqué spécialement par une des plus grandes usines de la région et exige un emmagasinement préalable tout comme le bois. Ce papier, fabriqué en rouleaux de 800 m à 8 kilomètres de longeuur et pesant de 9 à 40 kg est coupé en bandes qui sont placées sur des mandrins s'ajustant sur les machines à couvrir et tournant à raison de 60 à 500 tours par minute selon la grosseur du câble de manière à recouvrir celui-ci de couches en spirale. Après chaque couche, le câble est passé dans une filière, de telle sorte qu'on obtient finalement une enveloppe très dure, dense et compacte quoique flexible, cette enveloppe offre un diamètre absolument uniforme et résiste très bien aux actions mécaniques extérieures. Les couches successives de papier sont enroulées alternativement en sens opposé.

Après que l'enveloppe ainsi constituée a atteint l'épaisseur voulue, le câble est enroulé sur des rouleaux en fer et placés dans des étuves où

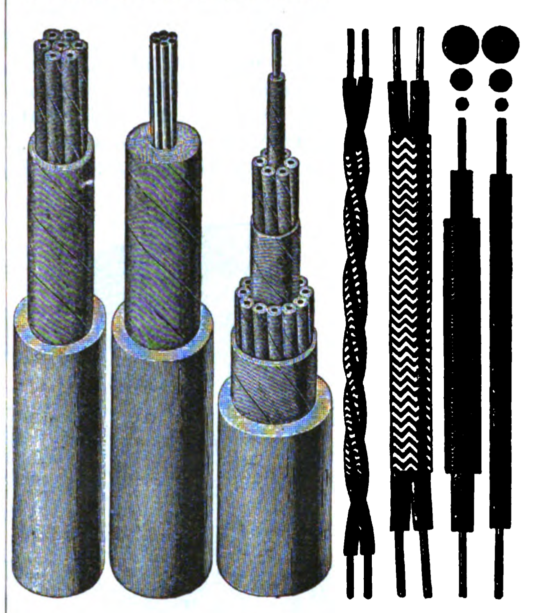


Fig. 2.

il est exposé à une température d'environ 121° C de manière à le sécher complètement. On le plonge ensuite, alors qu'il est encore chaud, dans une composition maintenue par une circulation de vapeur à la température de 132 à 137° C. La nature de la composition est tenue secrète, la durée de l'immersion est réglée suivant l'épaisseur de l'isolement et autres exigences électriques. Enfin les câbles passent à la presse hydraulique pour la pose de l'enveloppe de plomb qui s'effectue au moyen d'un dispositif imaginé par M. J. Draper Bishop, l'ingénieur électricien de la Compagnie.

Les câbles sont essayés, s'il est nécessaire, à une tension de 2 500 volts pour l'isolement. On

effectue également des essais de conductibilité et de capacité; l'isolement est toujours considérable, supérieur à une moyenne de 2 000 mégohms à 24° C.

Ces câbles ont donné lieu à des essais remarquables. Une des grandes Compagnies d'éclairage en a soumis des longueurs de 300 mètres à des essais; ces longueurs ont résisté à un effort de près de 10 000 volts et ont été reconnus intacts Le câble placé ensuite dans de *l'eau bouillante* et maintenu ainsi immergé pendant *quarante-huit heures* a encore résisté, dans le réservoir d'immersion, à près de 8 000 volts avant de se détériorer.

L'un des plus importants avantages de ces câbles, c'est que, quel que soit le traitement auquel ils puissent se trouver soumis, voire même la destruction du plomb et la rupture de l'isolant, ils restent toujours concentriques; sur chaque pouce de longueur l'isolement est uniforme et ni un accident de fabrication ni aucune action ultérieure ne peuvent faire que cet isolant devienne plus mince d'un côté que de l'autre.

La «Norwich Insulated Wire C°» a fabriqué ainsi une quantité considérable de câbles téléphoniques. La capacité de ces câbles, quand ils sont fabriqués d'après les indications de la Conférence, a été réduite, au cours de l'année dernière, de 0,22 microfarad à moins de 0,08 microfarad par mille (0,05 microfarad par kilomètre).

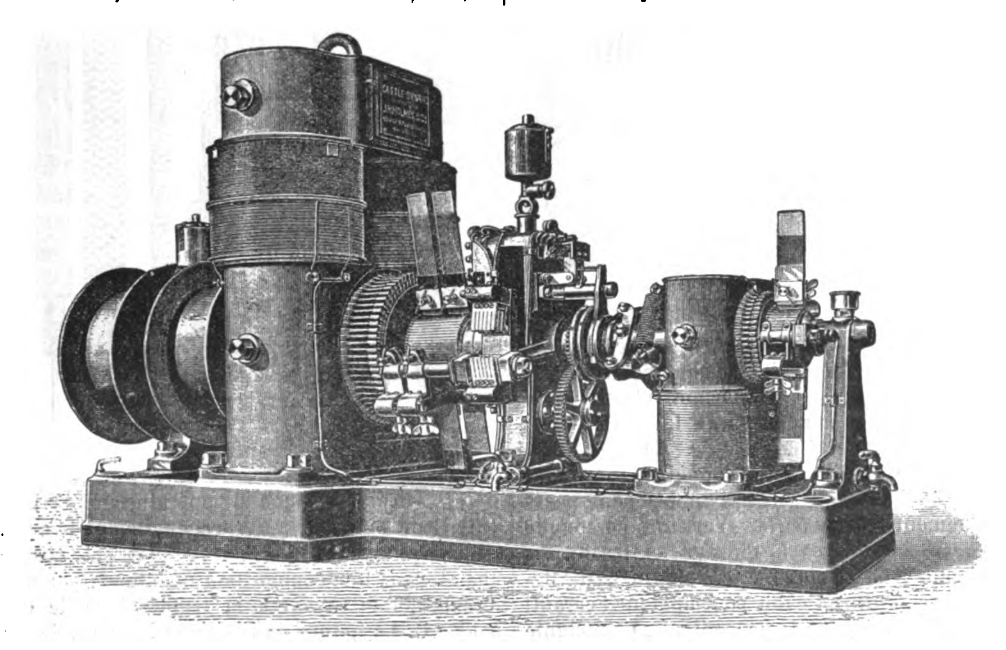
La Compagnie a récemment augmenté son installation et arrive à produire par jour 1,6 km de câble de ce genre. Elle vient d'entreprendre une fabrication analogue pour les conducteurs de distribution dans les maisons pour lampes à incandescence.

Les figures 1 et 2 montrent les différents types de conducteurs fabriqués par la « Norwich Insulated Wire C° » avec emploi du papier comme isolant. Dans la fig. 1, la coupe représente la section du câble téléphonique *modèle conférence* et la vue en perspective un câble à grande section pour lumière. Dans la fig. 2 sont représentés des câbles pour lumière, téléphones et installations intérieures.

L. F.

Dynamos Holmes pour l'éclairage des trains

L'éclairage électrique des trains est l'une des principales préoccupations des électriciens. Nous donnons ci-contre la vue perspective d'une dynamo inventée dans ce but par M. J. Holmes, de Newcastle, et dont l'inventeur explique le fonctionnement ainsi qu'il suit :



Dans la pratique, la force électromotrice d'une dynamo ordinaire à excitation indépendante varie en raison directe de la vitesse de rotation, de sorte que si cette vitesse passe par exemple de 500 tours à 1 000 tours par minute, la force électromotrice sera doublée. Mais cette même force électromotrice varie également en raison directe de l'intensité de l'inducteur, de sorte que si cette intensité pouvait être réduite dans la même proportion que la vitesse de rotation de l'armature se trouve augmentée, la force électromotrice resterait pratiquement constante.

Pour atteindre ce résultat, on prend deux dynamos ayant leurs armatures montées sur le même arbre, tournant ensemble par conséquent, mais influencées par des inducteurs séparés.

L'une de ces dynamos est la génératrice proprement dite et l'autre jouera le rôle de régulatrice. Leurs inducteurs sont excités séparément par une source extérieure d'électricité, telle qu'une série d'accumulateurs, et les bobines de la génératrice sont munies de deux circuits distincts d'excitation; l'un de ces circuits est un circuit ordinaire en dérivation à haute résistance, et l'autre de moindre résistance est relié à la source d'électricité de manière à se trouver en série avec la petite armature de la régulatrice qui elle, est agencée de manière à opposer sa force électromotrice à celle de la source extérieure d'électricité. Le circuit à haute résistance est d'ailleurs calculé pour suffire seul à la vitesse maximum de l'armature de la génératrice, à fournir à l'inducteur le courant nécessaire. Il ne passe alors aucun courant dans le second circuit d'excitation parce que la régulatrice est réglée de manière à donner, pour cette vitesse maximum, une force électromotrice égale et opposée à celle de la source d'électricité extérieure. Mais si la vitesse vient à diminuer, la force électromotrice de la régulatrice diminuera également de sorte que, la force électromotrice de la source extérieure n'étant plus contre-balancée, le second circuit agira sur la génératrice et viendra compenser la perte de force électromotrice résultant du ralentissement.

Ce système est employé par « la Midland Railway C°, » pour ses trains express; il a été aussi appliqué en France, en Allemagne et en Russie.

(*Industries.*) L. F.

Système de tramway électrique à câble souterrain

Par M. Pollak, ingénieur à Paris

En 1886, j'ai fait breveter, en commun avec M. Binswanger, un système de transmission du courant pour tramways tout à fait différent des systèmes en usage. A cette époque, on s'intéressait encore peu à la question, et notre invention resta peu connue ; mais aujourd'hui qu'il n'en est plus de même, je crois convenable de la décrire.

Ce système de transmission, qui est souterrain, consistait, dans sa construction primitive, en bouts de rails conducteurs *a* (fig. 1 et 2), de 1 mètre à 1m,50 de longueur, courant parallèlement et reliés électriquement, mais isolés magnétiquement. Chacune de ces paires de rails est isolée de la suivante par une plaque *b* intercalée. Sous cette double ligne de rails courait parallèlement un câble *c*, en communications avec la source d'électricité par l'une de ses extrémités, et avec les rails ordinaires de la voie par l'autre extrémité.

Au câble étaient fixées à de petites distances des lames de fer *d* très rapprochées de la semelle des rails conducteurs, mais ne la touchant pas. A l'état normal, le courant ne passait donc point par les rails conducteurs.

Mais, quand un aimant — de préférence en fer à cheval — s'approche de l'un des bouts dont ce rail se compose, les lames de fer sont attirées, touchent la semelle du rail, et établissent la communication entre le câble et lui.

La voiture porte un aimant de ce genre, outre l'électromoteur, l'appareil régulateur, etc. L'aimant est placé sous la caisse, au milieu ; c'est donc aussi toujours sous la caisse que se trouve la portion du rail influencée; et, comme la longueur de cette portion est moindre que la moitié de la longueur de la voiture, les passants n'ont à craindre aucun danger, même s'ils franchissent la voie en frôlant l'avant ou l'arrière de la voiture.

Grâce à la très faible longueur des sections du rail conducteur, les pertes de courant sont insignifiantes et peuvent être négligées dans la pratique. Il y a deux contacts sous chaque section ; la largeur de l'aimant est calculée de manière que, pendant le mouvement de la voiture, les contacts d'une section restent encore attirés pendant que les autres le sont déjà. Il ne peut donc se produire d'étincelles qui mettraient en question la sécurité de l'exploitation.

Le jeu de l'attraction et de la mise au repos des contacts se répète au passage de la voiture au-dessus de chaque section du rail conducteur.

Il est facile de voir que ni courts circuits ni perturbations du fonctionnement ne peuvent se produire même au cas où une barre de fer serait mise en travers de la ligne. Les rails sont à fleur du pavé ; l'exploitation est parfaitement sûre; les frais d'établissement sont moindres que dans les systèmes à chenal ; en un mot ce système eût été

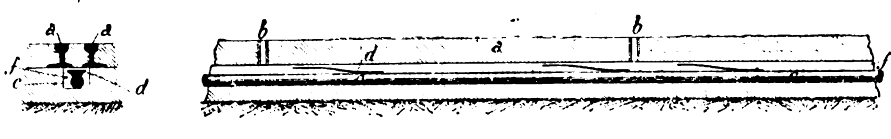


Fig. 1. Fig. 2.

parfait, s'il n'eût pas été bientôt démontré qu'un canal complètement impénétrable à l'eau est difficile à établir et à entretenir dans les rues ; que les rails et les lames de fer, même galvanisés, se rouillent rendant un bon contact problématique ; qu'en temps de pluie les passants sont exposés à des décharges électriques par suite de courts circuits formés par l'humidité ; enfin qu'en hiver

les lames de contact gèlent et ne sont plus attirées par l'aimant et qu'il faut suspendre l'exploitation.

Comme, malgré ces inconvénients, le système était néanmoins bon en lui-même, je me suis efforcé d'y remédier, et, dès 1887, le système recevait les modifications suivantes. Le câble *c* (fig. 3 et 4), enveloppé de plomb et empâté dans une matière isolante *h*, est inséré dans un conduit *g* en bois, en pierre ou en ciment. De petits branchements *i*, également sous plomb, se détachent du câble et sont dirigés vers les pièces de contact *d*, lesquelles se trouvent dans des boîtes en métal non magnétique *k* hermétiquement fermées et y sont adaptées de manière à n'être pas en communication électrique avec elles. Ces boîtes sont fixées aux semelles des rails et suivent ceux-ci dans les déformations qu'ils pourraient venir à subir. Grâce à cette construction, un rapprochement des rails vers le câble ou les pièces de contact

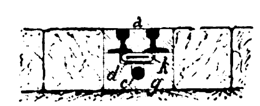


Fig. 3.

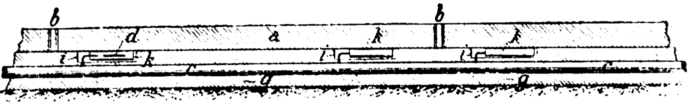


Fig. 4.

ne pourrait provoquer aucune communication entre eux, la distance de la pièce de contact aux parois de la boîte de contact et aux rails restant toujours la même.

Actuellement, le câble *c* peut être placé à côté des rails ; il peut aussi être réduit à un câble de dérivation très mince relié de distance en distance à un feeder. Les boîtes de contacts sont construites en prévision d'un courant de 100 ampères d'intensité ; comme elles sont hermétiquement closes et qu'aucune étincelle ne peut se produire, les contacts restent propres et sûrs, l'humidité n'exerce plus aucune influence, et l'exploitation n'est plus troublée par les grands froids.

Des dispositions ont aussi été prises pour faire sortir les voitures des rails et les faire rouler sur le pavé pendant une cinquantaine de mètres dans le cas où un obstacle difficile à écarter viendrait à se trouver sur la voie. F.

(*Société électrotechnique de Berlin, séance du* 28 *avril* 1891.)

CHRONIQUE

Le centenaire de Faraday. — Le centième anniversaire de la naissance de Faraday a été célébré le 17 juin à la « Royal Institution » de Londres par une séance présidée par S. A. R. le prince de Galles, dans laquelle Lord Rayleigh a prononcé l'éloge de l'illustre savant en présence du lord-maire, du duc de Northumberland et de tout ce que les sciences comptent d'hommes éminents en Angleterre.

La séance s'est ouverte par l'allocution suivante du prince de Galles:

« Mesdames et Messieurs, il y a vingt-deux ans, j'eus le haut privilège de présider ici une assemblée très nombreuse, dont faisaient partie les savants les plus renommés d'alors. Au milieu d'eux se trouvaient M. Dumas, Sir Edward Sabine, Sir Roderick Murchison, Sir Henry Holland un de mes plus vieux amis, le Dr Ben Joyce, M. Warren de la Rue et d'autres encore qui — c'est un regret pour moi de le dire — ne sont plus aujourd'hui. L'objet de cette assemblée était de faire choix d'un monument à la mémoire du grand Faraday, l'éminent chimiste et philosophe, qui fut aussi le fondateur de l'électricité moderne. Comme vous le savez tous, nous pensâmes que la belle statue de Foley placée aujourd'hui dans le hall de cet édifice était un monument digne de ce grand homme.

« Je suis fier de penser qu'aux jours de notre adolescence, mon frère et moi suivions régulièrement les conférences de chimie qu'il donnait ici le mois de Noël. Nous nous rappellerons toujours l'admirable lucidité de ces leçons, et le profond intérêt qu'il sut éveiller en nous pour la chimie, à laquelle nous nous appliquâmes pendant plusieurs années, et que je pratiquai plus tard à l'Université d'Oxford. Je ne puis que regretter de n'avoir pas eu le temps de continuer l'étude de cette intéressante science.

« Cette année est une date mémorable ; c'est celle de la naissance de Faraday. Nous serons tous heureux d'entendre retracer l'œuvre de ce grand homme par l'éminent Lord Rayleigh, que je prie de prendre la parole. »

Lord Rayleigh se lève au milieu des applaudissements, et prononce le discours dont le résumé suit :

« Le nom de l'homme dont nous célébrons

l'œuvre est inséparable de l'histoire de cette Institution. Pendant cinquante-quatre ans, Faraday y trouva ses plus fervents admirateurs et pendant une grande partie de ce temps sa demeure. L'histoire de sa vie doit être connue de la plupart de vous. Enflammé au contact du génie de Davy, il s'offrit comme volontaire au service du laboratoire de l'Institution. Frappé de l'enthousiasme du jeune homme, Davy lui donna l'occasion qu'il recherchait, et de toutes ses découvertes, celle du génie de Faraday ne fut pas la moindre, comme on l'a dit. Les promesses de sa jeunesse furent largement tenues; pendant une longue suite d'années, Faraday, par ses découvertes en chimie et en électricité, soutint la renommée de la « Royal Institution » et l'honneur de l'Angleterre à la face du monde civilisé. Il ne s'occupa pas, pendant ses loisirs, de retracer sa merveilleuse carrière pas à pas, mais cette tâche a été accomplie par des mains habiles. Les mémoires de l' « Institution » en renferment l'esquisse, tracée de main de maître par M. Tyndall dont nous regrettons l'absence aujourd'hui. M. Tyndall a été l'ami personnel de Faraday; il l'a vu à l'œuvre; il a pu observer les péripéties de sa pensée en face d'une idée nouvelle. Il a refait l'histoire de quelques-unes des grandes œuvres de Faraday, et mis en relief la place qu'elles tiennent dans la science moderne.

De toutes ces œuvres, les unes purement scientifiques, les autres d'un but pratique, la plus considérable est sans contredit la grande découverte de l'induction des courants électriques. Il n'avait pas à sa disposition, quand il la fit, les ressources considérables de la science moderne; il ne pouvait s'aider dans ses recherches que de méthodes qu'on trouverait aujourd'hui imparfaites. Aussi, malgré toute son habileté, ce ne fut qu'après de grandes difficultés et de longues années qu'il fit luire la lumière de la vérité. En 1824, il avait essayé d'obtenir un courant électrique d'un aimant, ou d'un autre courant, il répéta trois fois encore cette tentative sous des formes ingénieuses, mais en vain. Il persévéra néanmoins, et le 29 août 1831, il obtint pour la première fois la preuve qu'un courant électrique en induisait un autre dans un circuit différent. Le 23 septembre, il écrivait à R. Phillipps, son ami: « Je m'occupe de nouveau « d'électro-magnétisme, et je crois que je tiens « quelque chose de bon, mais je ne puis le dire. « Il se pourrait qu'après tout mon travail, je ne « pêche qu'une herbe au lieu d'un poisson. » La suite a montré que c'était un poisson, et un très gros.

Faraday a toujours été très inquiet de la justesse des idées modernes, et témoigné d'une grande crainte des expressions qui peuvent égarer. Ayant démontré l'identité complète de l'électricité dans la foudre et dans la pile voltaïque, il abandonna le mot « pôle » pour celui d' « électrode »; il considérait l'expression « fluide électrique » comme dangereuse; et en effet, elle devrait être bannie du langage des journaux, comme l'a fort bien dit Maxwell. »

Passant en revue l'une après l'autre les découvertes de Faraday, Lord Rayleigh explique chacune à l'auditoire avec le secours d'une série d'expériences et de modèles; il en fait ressortir la grandeur et les résultats scientifiques et industriels, Son discours se termine par une péroraison digne du génie dont l'assemblée honore la mémoire.

Après lord Rayleigh, sir W. Thomson apporte en quelques paroles son tribut d'hommages à Faraday, dont les admirables travaux sont l'un des plus beaux titres de gloire scientifique de notre siècle, l'un des plus féconds de l'histoire du monde. Faraday n'eut d'autre mobile que l'amour de la science. Il faisait présent de ses découvertes à l'humanité, laissant à d'autres le soin d'en tirer profit.

Alliages antimagnétiques. — M. Roussaille, président de la Chambre syndicale des horlogers de Lyon, dans ses études sur l'horlogerie à l'Exposition universelle de Paris en 1889, cite les alliages suivants, employés dans les montres antimagnétiques:

1° Le mangor, alliage de manganèse et d'or;

2° Le volfor, alliage de wolfram et d'or;

3° La woltine, formé par l'union du platine et de l'or;

4° La cadmine, alliage dans lequel entre en grande partie le cadmium; il est très dur et très élastique;

Aux alliages signalés par M. Roussaille, nous ajouterons:

5° L'aror, composé de cadmium, d'or et de manganèse;

6° Le manium, formé de manganèse, platine, bismuth et cuivre;

Câbles sous-marins de Marseille à Tunis et de Marseille à Oran. — Dans la séance de la Chambre des députés du mercredi 1[er] juillet la proposition d'ouvrir au ministre du commerce un crédit de 5,500,000 francs pour faire face aux dépenses de la pose d'un câble entre Marseille et Tunis et d'un câble entre Marseille et Oran, a soulevé un assez long débat auquel ont pris part MM. Jolibois et Prevet, qui sont opposés à l'exécution de ce travail par l'État, M. Millerand, rapporteur, et M. Jules Roche, ministre du commerce, qui défendent tous deux le projet, en soutenant qu'il ne s'agit pas de créer une usine d'Etat pour la confection des câbles.

Toutefois, le ministre et le rapporteur ne sont d'accord qu'en apparence, car la commission veut que les câbles soient établis par l'usine de la Seyne, tandis que le ministre et M. Prevet repoussent l'introduction de cette clause dans le texte

du projet de loi attendu que l'usine de la Seyne appartient à l'administration de la marine.

Le ministre est conséquent avec lui-même en cette affaire et la commission ne l'est pas tout autant.

Le principe de la loi, c'est-à-dire l'ouverture du crédit de 5,500,000 francs, est adopté à mains levées, sans opposition ; mais pour la clause relative à l'exécution par les ateliers de la Seyne, un scrutin est nécessaire.

Par 293 voix contre 223, cette clause est repoussée.

L'ensemble du projet de loi est adopté ensuite. La confection des deux câbles sera donc demandée à l'industrie privée.

BREVETS D'INVENTION

Du 15 *au* 21 *mars* 1891

209994 **Monthury.** — Régulateur à arc à action directe et point lumineux fixe (4 décembre 1890).

210002 **Société anonyme Maison Breguet.** — Postes téléphoniques à cadran indicateur pour installation de plus de trois postes sur une même ligne (5 décembre 1890).

210008 **Philippart.** — Procédés de traitement industriel des résidus des plaques d'accumulateurs au plomb et d'autres matières obtenues au moyen de l'électrolyse des oxydes et sels de plomb (5 décembre 1890).

210080 **Société G. Aboilard et Cie.** — Appareil d'échange téléphonique (9 décembre 1890).

210084 **Rigal, Veaugeois et Compagnie parisienne d'éclairage par l'électricité.** — Nouveau moteur magnéto-électrique conjugué à attraction progressive (9 décembre 1890).

210100 **Roberts et Graw.** — Perfectionnements dans les appareils à l'usage de la décomposition électrolytique des sels métalliques (9 décembre 1890).

210114 **Itasse.** — Utilisation des résidus des plaques positives et négatives des accumulateurs en plomb hors d'usage (10 décembre 1890).

210115 **Belzon.** — Electrique perpétuelle (10 décembre 1890).

210121 **Haselwander.** — Procédé et appareil pour protéger les conducteurs électriques contre la foudre (10 décembre 1890).

210126 **Boardman.** — Perfectionnements dans les lampes électriques à arc avec corps incandescent ou à semi-incandescence (10 décembre 1890).

210127 **Adler et Shaller.** — Nouveau système de tableau indicateur multiple (indicateur à numéros) pour signaux électriques avec courant de batterie ou d'induction (10 décembre 1890).

210132 **Dreyer et Lallemand.** — Moteur électrique à courant secondaire (13 décembre 1890).

210144 **Société Siemens et Halske.** — Dispositif pour le réglage du potentiel de débit dans les réseaux électriques distributeurs (11 décembre 1890).

Du 22 *au* 28 *mars* 1891

210161 **Gwynne.** — Perfectionnements dans les lampes à arc (12 décembre 1890).

210171 **Verner et Tedesco.** — Système automatique dit : *Auto-communicateur téléphonique* (12 décembre 1890).

210192 **Davis.** — Système de commutateur pour machines dynamos et moteurs électriques (13 décembre 1890).

210195 **Schoenerstedt.** — Lampe électrique à arc (13 décembre 1890).

210209 **Marx.** — Pile électrique fer charbon et production électro-chimique du chlore et des combinaisons du chlore (15 décembre 1890).

210211 **Piret** — Compteur électrique à cent bobines se communiquant automatiquement par l'aimantation (15 décembre 1890).

210217 **Popp.** — Procédés et appareils pour la distribution de l'énergie par l'électricité (15 décembre 1890).

210221 **Société Allgemeine Electricitäts Gesellschaft.** — Perfectionnement dans la régulation de la vitesse et de la force propulsive des moteurs à courants alternatifs par des courants à phases différentes (18 décembre 1890).

210222 **Société Allgemeine Electricitäts Gesellschaft.** — Perfectionnements aux moteurs à courants alternatifs (15 décembre 1890).

210232 **Forest.** — Perfectionnements aux piles électriques (13 décembre 1890).

210247 **Wood.** — Perfectionnements dans les appareils spécialement destinés à réduire les bavures sur les pinces métalliques soudées à l'électricité.

210262 **Haigt.** — Système électrique inducteur téléphonique et avertisseur, et appareils employés pour sa mise en pratique (16 décembre 1890).

CERTIFICATS D'ADDITION

Du 15 *au* 21 *mars* 1891

145554 **Compagnie générale des lampes incandescentes.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 21 octobre 1881, par le sieur Édison et dont ladite Société est cessionnaire, pour des perfectionnements dans les lampes électriques, ainsi que dans leur mode de fabrication (1er décembre 1890).

209894 **Iliffe.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 20 novembre 1890, pour perfectionnements dans les commutateurs électriques (2 décembre 1890).

194964 **Desroziers.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 24 décembre 1888, pour des perfectionnements aux machines électriques (3 décembre 1890).

202365 **Simon.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 3 décembre 1889, pour un nouveau système de régulateur différentiel d'arc électrique (3 décembre 1890).

206761 **Pogneaux.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 7 juillet 1890, pour l'horalux électrique (6 décembre 1890).

L'Éditeur-Gérant : Georges CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

2e Série. — Tome II. N° 29 18 Juillet 1891.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

TORPILLES ET TORPILLEURS

Le duel entre le boulet et la cuirasse touche à sa fin ; le combat s'est prolongé : à mesure que le projectile se faisait plus gros, les blindages se renforçaient et le navire était peu à peu transformé en une lourde masse aux mouvements gênés par cette surcharge effroyable et dont la vulnérabilité était démontrée aussitôt par quelque nouvelle expérience. La victoire est restée au canon, mais les cuirassés n'auraient pas avoué leur défaite s'ils avaient pu résister à la torpille, cet engin meurtrier, dont les effets sont foudroyants, qui frappe le vaisseau dans ses œuvres vives, le déchire en dépit de son armure de fer et l'engloutit en quelques instants avec les sept cents hommes qu'il porte.

Une partie des cuirassés se contenteront peut-être du rôle plus modeste mais plus sûr de garde-côtes et de batteries flottantes, l'autre se transformera en croiseurs rapides de manière à pouvoir combattre avec les mêmes armes et vaincre en vitesse les ennemis agiles et terribles, torpilleurs et bateaux sous-marins, avec lesquels ils auront à lutter dans la prochaine guerre maritime.

La torpille n'est pas née d'hier; sans vouloir l'assimiler aux feux grégeois des anciens et aux pétards flottants du xve siècle peut acquérir la certitude que, vers le commencement du xviie siècle on avait déjà pensé aux terribles effets que produirait une mine sous-aquatique.

En 1797, Fulton reprit cette idée oubliée depuis si longtemps, la développa et vint offrir ses services à la France; mais, malgré quelques expériences heureuses, les lenteurs qui accompagnèrent la suite des recherches de l'américain fatiguèrent le premier Consul et l'application de cette nouvelle arme de guerre fut déclarée impossible.

Fulton repoussé en France fut plus heureux en Amérique, et ce n'est qu'après avoir fait le tour du monde que la torpille nous est revenue et a été adoptée par notre marine.

Dérivé de *torpere*, engourdir, ce mot désigna d'abord le poisson plat de la forme d'une raie qui, lorsqu'on le touche, spécialement aux points où se croisent les nerfs électriques, vous cause une commotion, une sorte d'engourdissement semblable à l'effet de la décharge d'une bouteille de Leyde. Cette raie électrique dont l'organisme, comme celui du gymnote, du silure, du tétrodon..., est un véritable condensateur, parvient à la suite de secousses répétées à tuer sa proie. Fulton voyant des analogies entre ce poisson et les machines sous-aquatiques donna à ces dernières par extension, le nom de torpilles.

La ressemblance ne s'arrête pas là : la forme de certaines torpilles, la structure de quelques bateaux sous-marins ont été copiées sur celles de l'un ou l'autre de ces poissons et, si la décharge s'effectue par la mise à feu d'une certaine quantité de matières explosibles, c'est l'électricité qui va, au moment opportun, parfois automatiquement, mettre le feu à l'engin, lancer la mort et la destruction ; c'est elle qui anime la plupart des torpilles automobiles, qui les dirige dans leur course et leur indique le point où il faut frapper ; c'est elle, enfin, qui sert maintenant de propulseur et d'âme aux nouveaux torpilleurs sous-marins, les plus terribles moyens d'attaque qui existent.

D'autre part, l'électricité encore, par ses multiples transformations, est seule capable de fournir aux grands bâtiments des moyens de défense : soit que, lumière éblouissante, elle balaye les mers et avertisse de l'approche de l'ennemi ; soit que, par sa rapidité de

transmissions, sonneries, téléphones, moteurs de toutes sortes, elle concentre la vie entière du navire en un seul point et permette ainsi au commandant de tout voir, de tout entendre, de tout diriger.

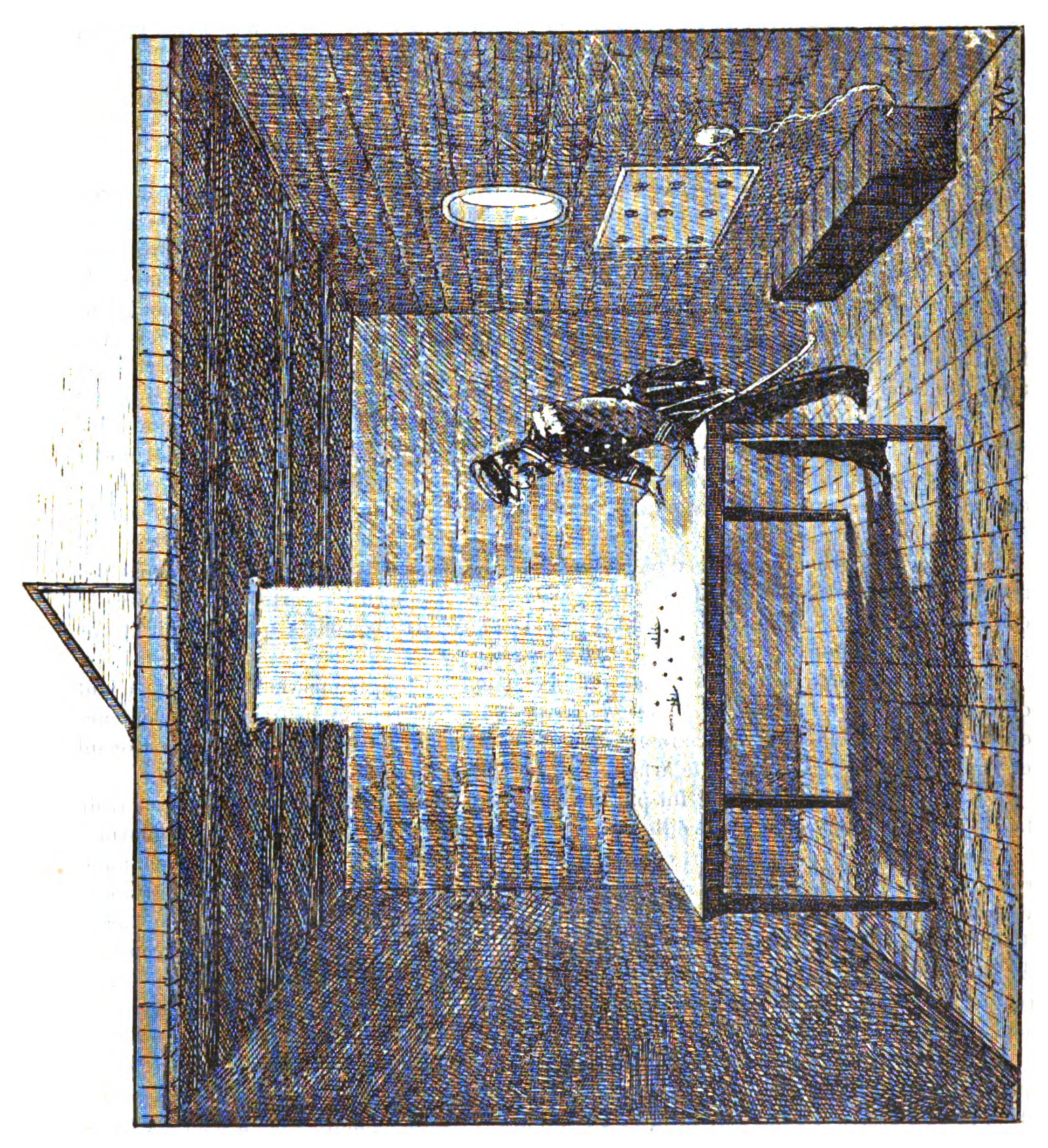


Fig. 1.

Nous verrons donc rapidement le rôle de l'électricité dans :

1° Les torpilles coulées ou torpilles dormantes ;

2° Les torpilles automobiles et dirigeables ;

3° Les torpilleurs et bateaux sous-marins.

I. **Torpilles dormantes.** — Les torpilles coulées sont pour la plupart d'immenses calottes sphériques en fonte ou en cuivre, remplies de poudre de guerre ou de dynamite et dont la base de 1,50 m à 2 m de diamètre est munie de quatre pieds qui s'enfoncent dans

le sable. Réunies en lignes ou en secteurs de 15 à 20, les torpilles dormantes défendent l'entrée d'une rade, d'un estuaire, l'embouchure d'un fleuve.

La mise à feu électrique peut être de plusieurs sortes dont voici les principales.

1° Des circuits distincts relient chacune des torpilles à la côte et aboutissent à une chambre noire où se tiennent des observateurs. Là, sur une table formée d'une glace dépolie se réfléchit, par l'intermédiaire d'un miroir incliné à 45°, l'image de l'entrée de la rade ; les points de mouillage des torpilles y sont exactement marqués avec des numéros d'ordre. A l'une des parois de la cabane est fixé un tableau de distribution auquel s'adaptent les fils de tous les circuits complétés par une pile. Ce tableau porte des contacts numérotés de la même manière que sur la table. Un navire se hasarde-t-il à passer dans la circonférence de l'écran, au-dessus de la torpille n° 5 par exemple ? Le premier observateur commande : *feu n° 5*, le second ferme le contact du n° 5, l'explosion se produit, le navire est mis en pièces.

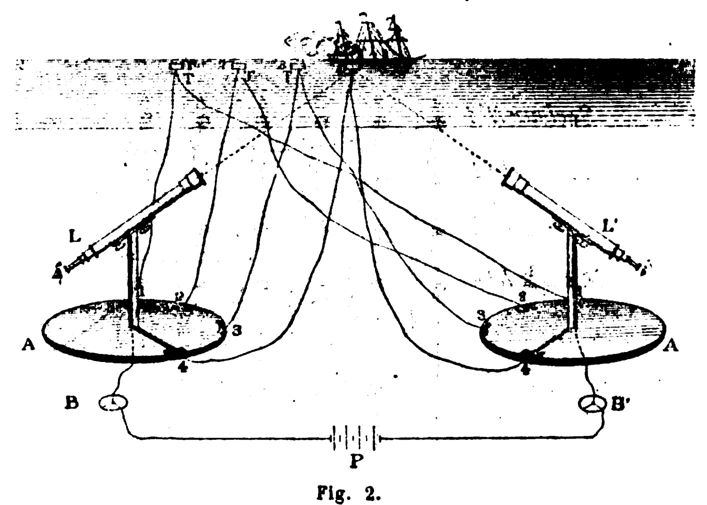


Fig. 2.

2° Bien que ce système ait été adopté avec succès par différentes nations et notamment pendant la guerre austro-italienne de 1866, il ne pouvait guère être employé sûrement que le jour. Mais les navires qui essaient de forcer une passe, ne s'y engagent que par une nuit obscure, après avoir éteint leurs feux de position, masqué leurs cheminées autant que possible. Aussi, a-t-on bientôt préféré le système de la double visée directe. Les observateurs peuvent alors surveiller le champ éclairé par les projecteurs électriques qui ne cessent la nuit de diriger leur foyer intense vers les points menacés ; et même, en l'absence de toute lumière, il faudrait que la nuit soit bien obscure pour qu'un œil exercé ne découvrit pas la masse d'un navire se profilant sur la côte qui lui fait face.

Deux postes AA (fig. 2) placés à l'entrée du passage et situés autant que possible dans des plans perpendiculaires sont chacun pourvus d'une longue-vue ; ces lunettes LL', mobiles sur leur pivot, tournent au-dessus de disques et sont solidaires de tiges horizontales. Des contacts 1.2.3.4.... sont disposés sur les disques, de telle manière que les lunettes, en visant chacune des torpilles, parcourent des arcs égaux à ceux qui séparent les contacts ; d'où il suit que si l'on vise la torpille n° 4, les tiges viennent au contact n° 4. Les circuits se complètent par 2 commutateurs B, B' et par une pile P.

Les observateurs explorent donc l'entrée de la rade ; aussitôt qu'ils aperçoivent un navire suspect, ils ferment les commutateurs et suivent le navire dans toutes ses évolutions, en visant son grand mât par exemple. Vient-il à passer au-dessus d'une torpille ? Mécaniquement, automatiquement, et par suite de la simple visée, les tiges, qui suivent toujours dans leur course les lunettes LL', ferment le circuit de la torpille au-dessus de laquelle se trouve le navire et le coup part. Les observateurs n'ont aucun mouvement à faire ; viser simplement, l'électricité fait le reste. Cette méthode a subi

quelques modifications : on a séparé les tables de contact des alidades de visée, puis on a multiplié le nombre des lunettes dans chaque poste.

Dans ce cas, c'est un second observateur qui, au commandement du premier, ferme dans chaque poste le circuit sur le numéro indiqué. En outre, ce premier observateur n'a

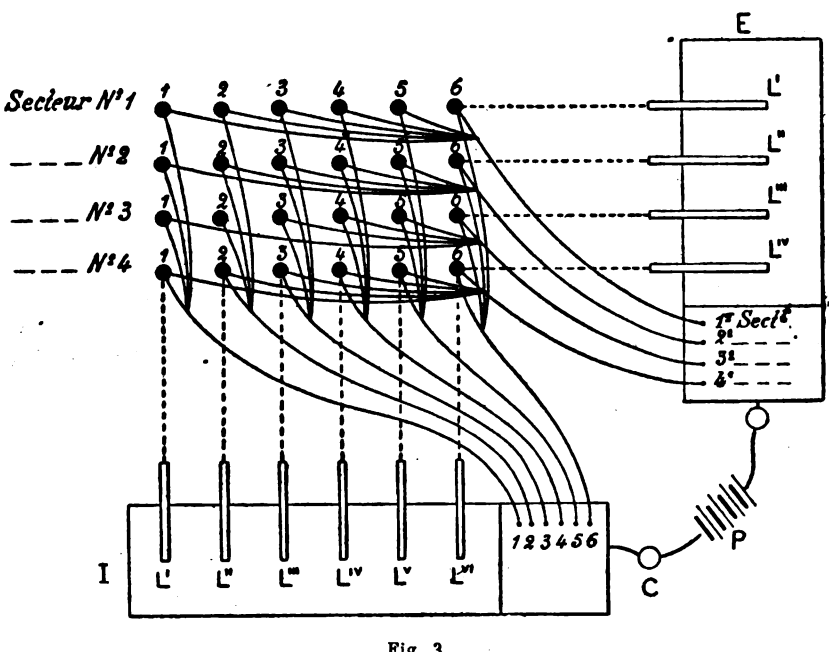


Fig. 3.

plus qu'un champ restreint, un secteur à explorer ; on a reconnu que les visées étaient ainsi plus faciles, plus sûres, moins fatiguantes. Chacun des deux postes (fig. 3), appelés extérieur, E, et intérieur, I, possède autant de lunettes qu'il y a de secteurs ou de lignes de torpilles coulées pour le poste extérieur et qu'il y a de torpilles, dans chaque secteur, pour le poste intérieur.

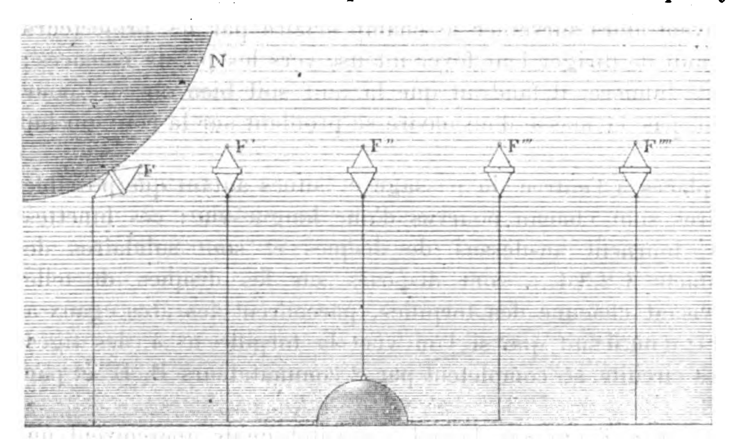


Fig. 4.

Chaque lunette du poste extérieur est disposée dans l'alignement d'un de ces secteurs ; celles du poste intérieur sont placées dans l'axe des numéros de même nom de tous les secteurs.

Les deux postes sont reliés télégraphiquement et se préviennent l'un l'autre : 1° de veiller ; 2° que le bâtiment ennemi se trouve dans le deuxième secteur, par exemple ; 3° qu'il est au-dessus de la torpille n° 4.

A la première communication, les deux postes ont fermé les commutateurs *c* ; à la seconde, le poste extérieur a fermé le circuit dans le deuxième secteur ; à la troisième enfin

le poste intérieur a mis le contact au n° 4 : la torpille n° 4 du deuxième secteur fait explosion.

3° La mise à feu, dans certains cas, peut être provoquée par le navire lui-même (fig. 4) : un certain nombre de flotteurs FF'F''F'''F'''' immergés à 2 m de profondeur environ, déterminent la zone dangereuse et sont reliés électriquement à la torpille ; si le bâtiment N heurte dans sa course un de ces flotteurs F, le contact s'y établit par une surface de mercure M (fig. 5) qui, s'inclinant sous le choc, ferme le circuit entre le fil supérieur *o* et le fil inférieur *o'*.

4° Ce système comprenait encore des circuits allant à la côte où des veilleurs fermaient des commutateurs à l'approche des bâtiments ennemis et rendaient ainsi les flotteurs susceptibles de provoquer la mise à feu.

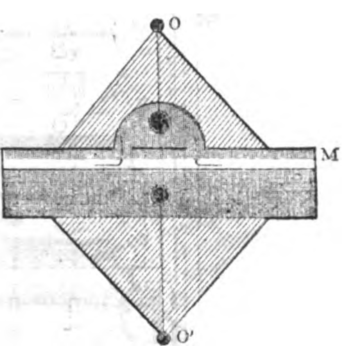


Fig. 5.

On a voulu supprimer ces circuits à terre que la flotte ennemie cherchait à faire couper par ses chaloupes à vapeur. Le flotteur contient alors un couple zinc-charbon et une certaine quantité de bichromate de potasse ; il porte à sa partie supérieure une fiole remplie d'acide sulfurique qui se brise sous le choc du navire et met ainsi en activité la pile préparée ; un courant se produit et la torpille éclate.

L'expérience a prouvé suffisamment que l'effet des torpilles coulées est terrible, instantané, foudroyant. Au moment de la déflagration, les gaz, élevés à une température de 2 500° C., se détendent brusquement, refoulent les molécules liquides dans tous les sens, forment une sphère gigantesque qui s'allonge en ovoïde et vient crever à la surface de la mer ; sous l'effort de ces gaz comprimés rendus soudain à l'air libre, une vague monstrueuse s'arrondit et de son centre jaillit une colonne d'eau de 50 m à 70 m de haut qui brise, déchire, avec une violence irrésistible, tout ce qui lui fait obstacle.

Pour que la torpille dormante conserve son effet foudroyant, il est nécessaire que la masse à détruire ne soit pas animée d'un mouvement trop rapide ; lorsque le navire est immobile, la force de la torpille s'exerce avec son maximum contre cette masse inerte. Cet arrêt, cette inertie est difficile à obtenir à moins de supposer que le vaisseau viendra mouiller justement au-dessus des torpilles coulées : c'est trop de présomption.

Dans la guerre de Sécession, les Confédérés employèrent pour arriver à ce but un moyen que l'on peut qualifier de naïf ; mais pour être grossière, la ruse n'en réussit pas moins : une ligne menaçante de bouées suspectes apparaît devant la flotte fédérale qui s'avançait contre un des ports sudistes ; l'escadre s'arrête à une encâblure et se prépare à couler ces bouées ; au même instant deux explosions sourdes retentissent et deux navires sont détruits ; les Fédéraux avaient stoppé au-dessus d'une ligne de torpilles dormantes.

Mais ces moyens ne réussiraient pas deux fois ; les navires savent bien qu'ils ne peuvent que difficilement s'aventurer près des rades si faciles à défendre avec ces terribles engins, ils tiennent la haute mer et leurs canons à longue portée bombardent les forts ennemis.

(*à suivre*). Georges Dary.

LE TÉLÉGRAPHE IMPRIMEUR MULTIPLE J. MUNIER

(*suite* [1])

Boîte des clés

La boîte des clés comprend l'ensemble des électro-aimants clés et des électro-aimants

[1] Voir n° 7, page 101 ; n° 9, p. 137 ; n° 12, p. 185 ; n° 19, p. 313, et n° 24, p. 393.

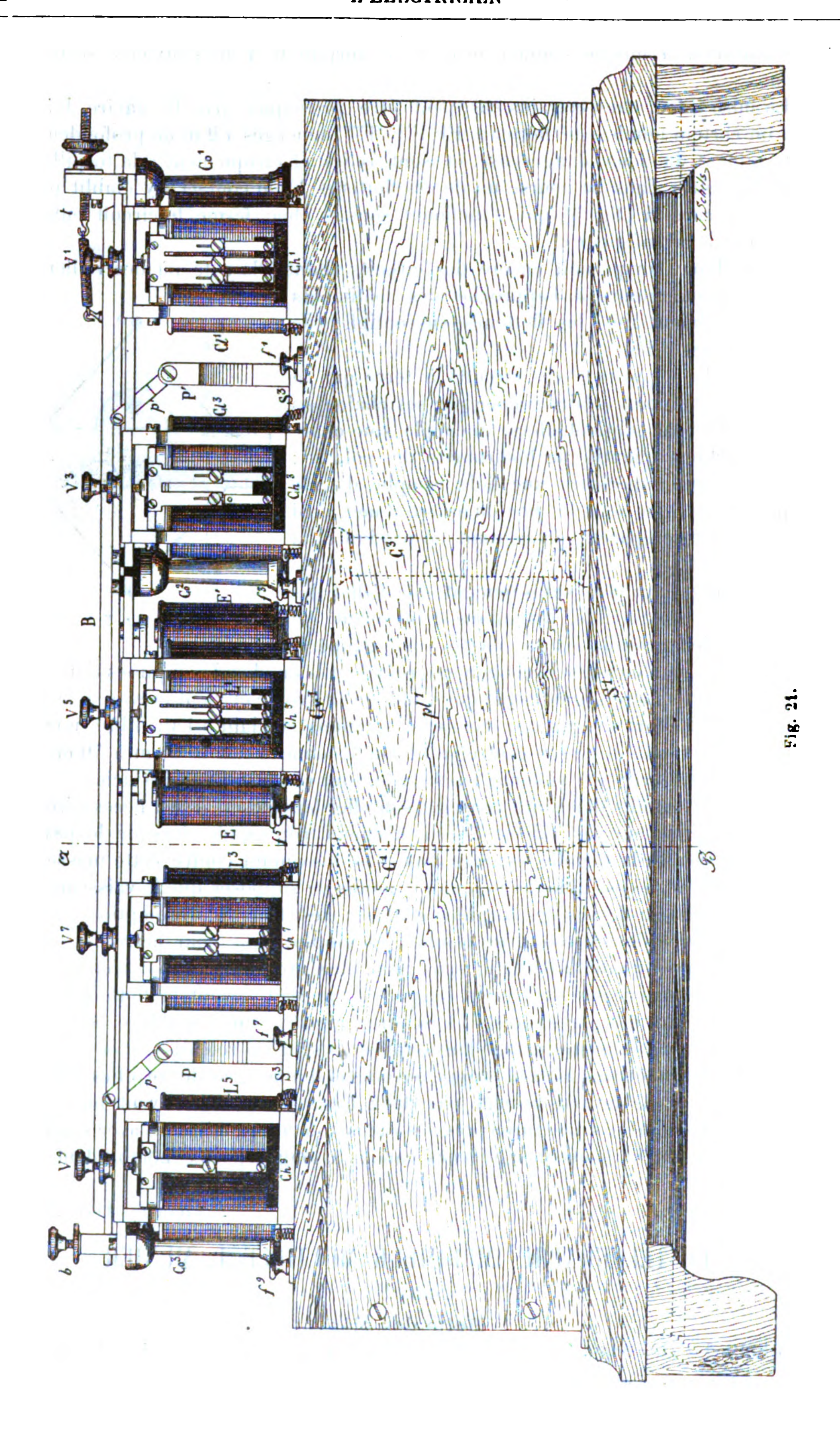


Fig. 21.

lettres ainsi que les organes accessoires qu'ils actionnent pour produire l'impression des signaux et aussi pour assurer la décharge de la ligne chaque fois qu'un courant reçu a fait fonctionner un des électros.

La figure 21 est une vue en élévation de la boîte des clés; la figure 22 en est une coupe suivant la ligne AB, et la figure 23, le plan.

S^1 est un socle en bois constituant le fond de la boîte proprement dite; cette boîte est divisée en deux parties, dans le sens de sa longueur, par une forte traverse S^2, également en bois, fixée par ses extrémités aux parois latérales.

Les quatre électro-clés Cl^1, Cl^2, Cl^3 et Cl^4 et les six électro-lettres L^1, L^2, L^3, L^4, L^5 et L^6 sont fixés sur cette traverse S^2, cinq sur chacune de ses faces.

Des planchettes pl^1, pl^2 servent à fermer les côtés de la boîte dont le couvercle, formé de deux parties Cv^1, Cv^2, porte les chevalets Ch^1, Ch^2,..., Ch^{10} servant de support aux armatures des électros. Quatre petites colonnes en laiton C^1, C^2, C^3 et C^4, vissées à l'intérieur de la boîte, soutiennent le couvercle.

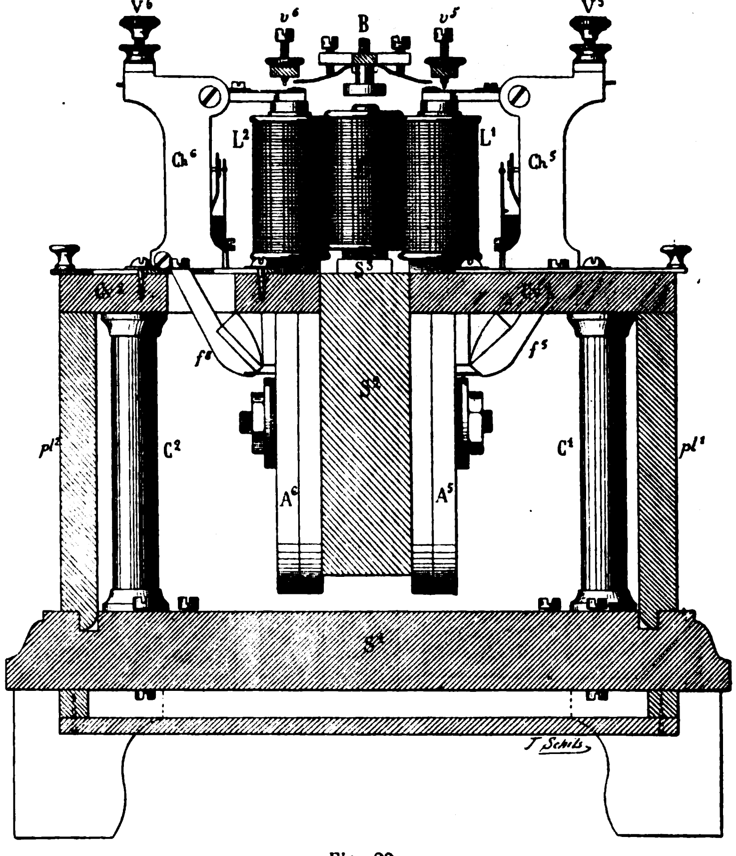


Fig. 22.

Les bobines des électros sont seules en dehors de la boîte, les aimants A^1, A^2... A^{10} se trouvant à l'intérieur. Les fers doux f^1, f^2,..., f^{10} servant au réglage des électros peuvent, se manœuvrer de l'extérieur.

Un électro-aimant EE', dit *électro de rappel des armatures*, est fixé sur une règle en laiton S^3, dans l'espace laissé libre sur le couvercle entre les deux rangées de bobines.

Trois petites colonnes Co^1, Co^2, Co^3, servant de support aux réglettes portant les visbutoir V^1, V^2,....., V^{10} des armatures, sont aussi fixées sur cette règle S^3 qui porte également les chappes PP' des leviers articulés *pp'* qui supportent le balancier B destiné à effectuer le rappel des armatures.

Électro-aimants. — Les électro-clés et les électro-lettres sont du même modèle. Ce sont des électro-aimants Hughes, mais de dimensions plus petites que ceux qui sont utilisés dans l'appareil ordinaire.

Les bobines ont également une résistance plus faible, 100 ohms au lieu de 300 pour chacune d'elles.

Chaque circuit de la boîte des clés comprenant deux électros embrochés ; la résis-

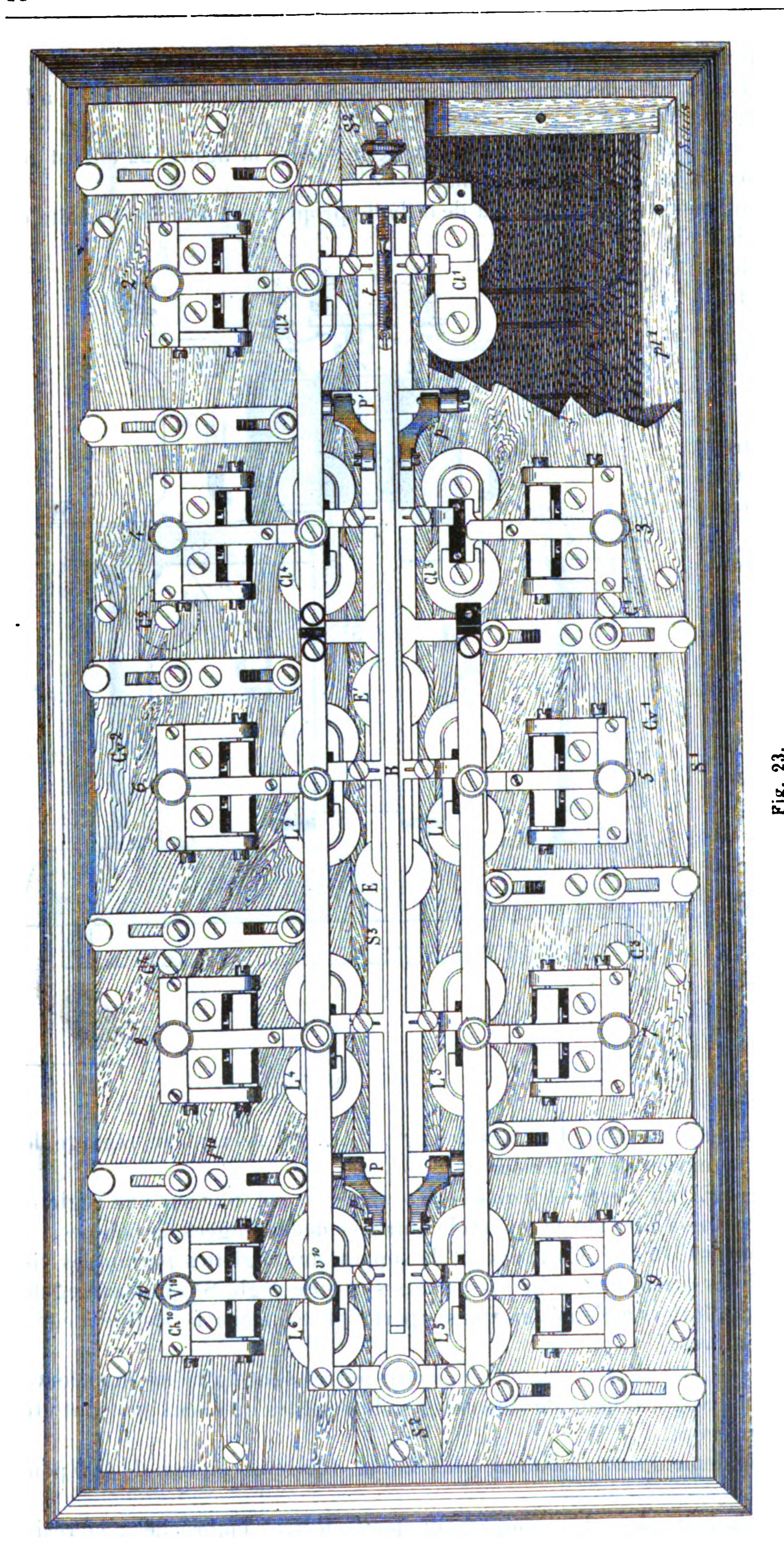


Fig. 23.

tance totale par circuit n'est que de 400 ohms au lieu de 1 200, résistance de deux électros Hughes ordinaires.

Les électros sont fixés sur la traverse S^2 (fig. 24 et 25) à l'aide de fortes tiges filetées Y et d'écrous E. Chaque tige Y traverse le montant S^2 et s'engage entre les branches des deux électro-aimants qui forment un groupe et sont placés en face l'un de l'autre, séparés par la traverse S^2. Sur la figure 24 on n'a représenté qu'un seul électro.

Afin d'empêcher la tige Y de tourner lorsqu'on vient à serrer l'un des écrous E, destiné à fixer l'aimant Z, on l'a maintenue à l'aide de deux écrous *xy*, noyés dans l'épaisseur du bois.

Les deux électros, supportés par la même tige, sont isolés de cette dernière par des rondelles *rf* en matière isolante. Une rondelle en laiton *ro* est interposée

entre l'écrou E et la rondelle isolante *rf*. De plus, un petit tube en matière isolante est engagé sur la partie de la tige filetée qui se trouve entre les deux branches de l'aimant Z.

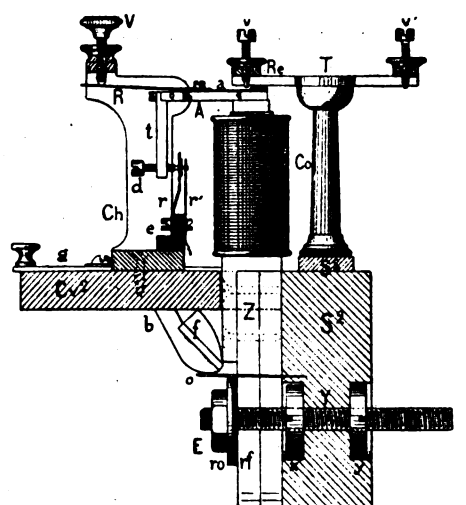


Fig. 24.

On a donné à la traverse S^2 une épaisseur suffisante pour que les deux rangées d'électros soient assez éloignées l'une de l'autre afin de laisser la place nécessaire aux organes de rappel des armatures.

L'espace laissé libre à l'intérieur de la boîte, lorsque les électros sont fixés, sert à loger les fils de communication aboutissant aux bobines des électros ainsi que ceux des ressorts de dérivation et de disjonction dont il sera question ultérieurement.

Fers doux de réglage. — Les fers doux utilisés pour le réglage de l'aimantation sont placés à l'intérieur de la boîte, à proximité des pôles des noyaux aimantés des électro-aimants. On les a désignés par la lettre *f* dans les figures 22, 24 et 25.

Ils sont constitués par un bloc de fer doux allongé *f* (fig. 26) dont la coupe présente la forme d'un segment de circonférence ou d'un triangle dont un des côtés, au lieu d'être une droite, serait arrondi.

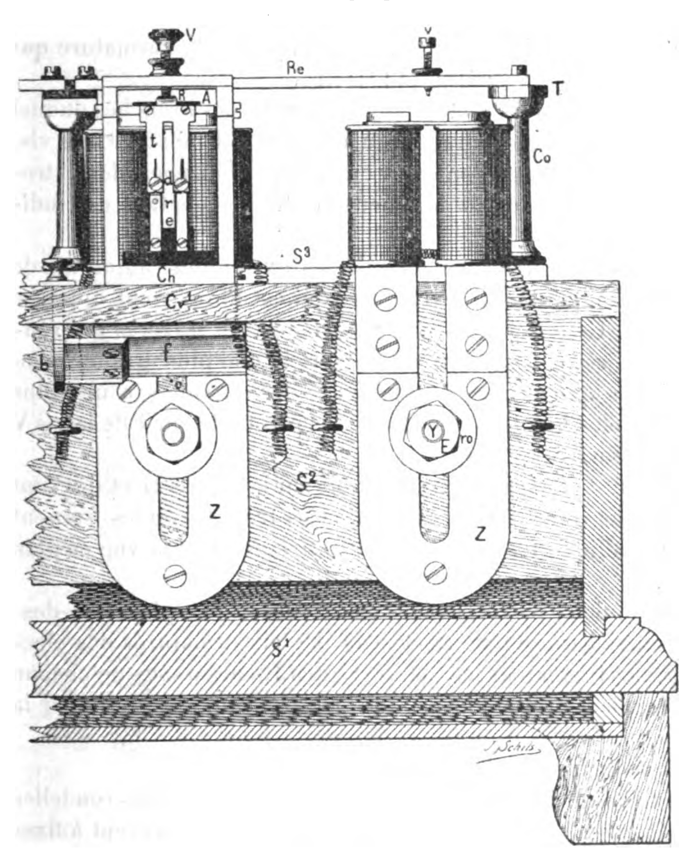


Fig. 25.

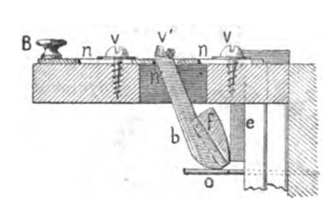
La partie supérieure de la figure 26 montre une élévation, et la partie inférieure le plan du fer doux *f* ainsi que le mécanisme qui sert à le manœuvrer de l'extérieur.

La longueur du bloc *f* est égale à la largeur de l'aimant *ee'*. Pour effectuer le réglage il suffit, après avoir appliqué la face arrondie du fer doux *f* contre les branches de l'aimant *ee'*, de l'éloigner ou de la rapprocher progresssivement.

Le bloc de fer doux *f* est fixé sur une tige *b* qui permet de le manœuvrer de l'extérieur de la boîte. Il reste suspendu contre les pôles des noyaux aimantés par suite de l'attraction magnétique exercée par ces derniers. Pour qu'il puisse conserver une position horizontale pendant les déplacements

qu'on lui fait subir lors du réglage, il est supporté, au milieu de sa longueur, par une petite goupille *o*, fixée dans le montant S^2 et passant entre les deux branches de l'aimant *ee'*.

Le fer doux *f* se manœuvre de l'extérieur de la boîte à l'aide d'un verrou percé de trois ouvertures rectangulaires *n n' n*. Dans l'ouverture *n'* s'engage, après avoir traversé le couvercle de la boîte, une des extrémités de la tige *b*, dont l'autre est fixée au bloc *f;* une vis *v'*, dont la tête est plus large que l'ouverture *n'*, est vissée à l'extrémité de la tige *b*, et empêche l'ensemble de tomber, principalement lorsque le fer doux *f* se trouve à son maximum d'éloignement des pôles de l'aimant *ee'*.



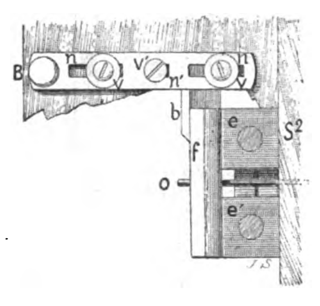


Fig. 26.

Pour régler, il suffit de manœuvrer le verrou à l'aide du bouton B, soit en l'enfonçant, soit en le tirant à soi, de manière à modifier le point de contact du bloc *f* contre les noyaux *ee'*. Le verrou est guidé dans ce mouvement par deux vis à bois *vv* qui s'engagent dans des ouvertures *nn*, assez longues pour laisser le jeu nécessaire au réglage. Deux ressorts rondelles, engagés sous la tête des vis *vv*, appuient suffisamment sur le verrou pour empêcher tout déplacement involontaire lorsque le réglage est effectué.

Armatures et chevalets des armatures. — L'armature d'un électro-aimant clé ou d'un électro-aimant lettre ne diffère de celle d'un électro-aimant Hughes que par ses dimensions, car elle affecte la même forme, comme on peut le voir sur la figure 23, c'est-à-dire la forme d'un T dont la base serait un peu élargie pour former la partie de l'armature qui s'applique sur les pôles de l'électro.

Chaque armature est supportée par un chevalet C*h* (fig. 24), entre les branches duquel elle peut pivoter librement. A cet effet, chaque branche du chevalet est munie d'une vis, terminée par une partie non filetée, qui s'engage dans un trou pratiqué à chacune des extrémités de la tête de l'armature, dans le sens de sa longueur. Cette disposition est indiquée sur la figure 23.

Un ressort antagoniste R (fig. 24) est fixé, par une de ses extrémités, au milieu de l'armature, à l'aide d'une vis *a* ; tandis que l'autre extrémité, qui est libre, vient appuyer contre le pied de la vis de réglage V. Cette dernière est supportée par la traverse qui réunit les deux montants du chevalet. C'est pour donner au ressort R une plus grande longueur et, par suite, plus de souplesse, que la partie supérieure des chevalets a une plus grande largeur et cela dans le but d'éloigner le plus possible les pivots du pied de la vis V contre laquelle vient s'appuyer le ressort R.

Sur chacune des trois colonnes Co^1, Co^2, Co^3, que l'on voit sur la figure 21 et qui sont fixées sur la règle S^3, est vissée une traverse T (fig. 24 et 25). Ces trois traverses servent de support à une sorte de cadre métallique formé par les petites règles R*e;* la vue en plan (fig. 23) montre cette disposition.

Ce cadre métallique est divisé en deux parties isolées entre elles : l'une placée au-dessus des quatre armatures des électro-clés; l'autre, au-dessus des six armatures des électro-lettres. Les vis-butoir *vv* (fig. 24) traversent les petites règles R*e* au-dessus de chacun des électros. Lorsqu'une armature vient à se soulever, son mouvement est limité par la vis-butoir correspondante.

L'isolement des deux parties du cadre est obtenu de la manière suivante :

1° Les deux colonnes Co^1 et Co^3 (fig. 21) sont isolées de la règle S^3 par des rondelles en ébonite et par des manchons de même matière que traversent les vis qui servent à fixer les colonnes sur la règle;

2° Sur les extrémités de la traverse supportée par la colonne Co^2 sont fixés deux petits blocs d'ébonite sur lesquels viennent s'appuyer les deux extrémités des petites règles coupées en cet endroit et dont l'ensemble constitue le cadre (fig. 21 et 23).

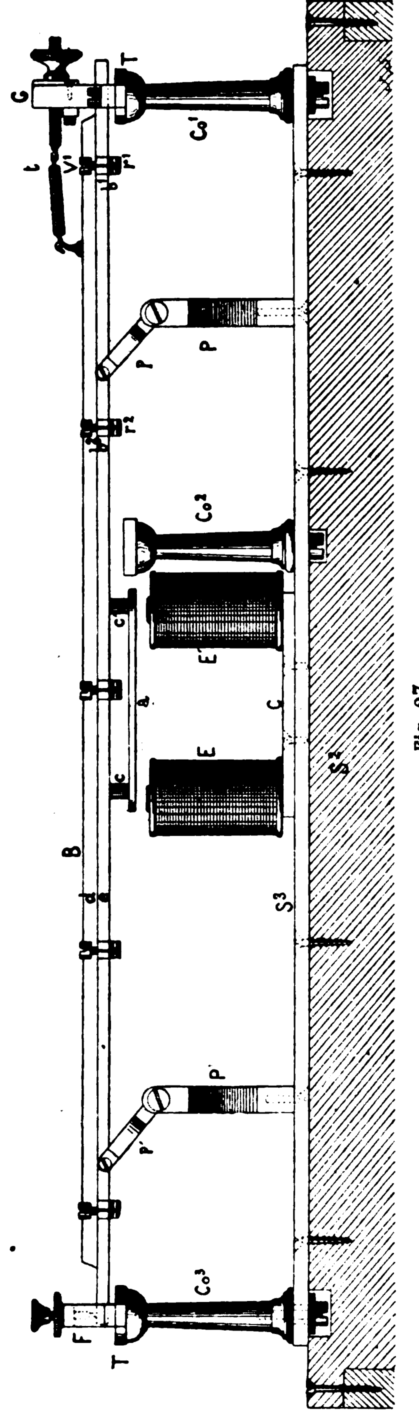


Fig. 27.

Organes de rappel des armatures. — Les organes de rappel des armatures sont groupés entre les deux rangées d'électros et fixés sur la règle S^3.

Ces organes, représentés par les figures 27, 28, 29, 30 et 31, comprennent :

1° Un balancier ;

2° Un électro-aimant ordinaire.

Le balancier B (fig. 27, 28 et 31) se trouve à l'intérieur du cadre formé par les petites règles que traversent les vis-butoir. Il est supporté par des leviers pp' (fig. 27) articulés sur le balancier et sur les chappes PP′ qui lui permettent de se mouvoir obliquement de haut en bas sous l'action d'un électro-aimant EE′ (fig. 27 et 31) lorsque ce dernier attire l'armature a ; un ressort de rappel t agit sur le balancier pour le ramener à sa position de repos.

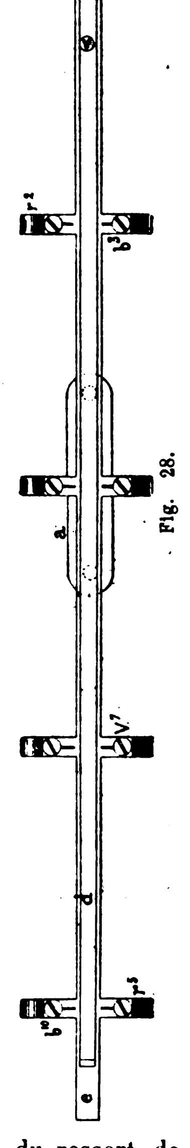


Fig. 28.

La figure 29 montre les détails des leviers articulés et des chappes. La chappe P, en forme de fourche à deux dents, est vissée sur la règle S^3 et est pourvue à sa partie supérieure de vis VV′ servant de pivot au levier articulé p. La partie supérieure du levier est échancrée pour donner passage au corps du balancier B retenu par les vis-pivot vv'.

Le mouvement du balancier est limité vers le bas par les colonnes Co^1 Co^3 et, vers le haut, par une vis de réglage F, portée par un pont vissé sur la traverse T de la colonne Co^3.

Un deuxième pont G (fig. 27 et 30), fixé sur la traverse T de la colonne Co^1, porte la vis de réglage du ressort de rappel t.

Le corps du balancier est formé de deux parties :

1° Une règle plate en laiton *e* (fig. 27 et 28) découpée de manière à présenter sur chaque côté cinq bras rectangulaires b^1, b^2, b^3,....., b^{10} qui se présentent au-dessus de chaque électro-clé et électro-lettre ; ces bras portent les vis de réglage V^1, V^2, V^3,....., V^{10} des ressorts-lame r^1, r^2, r^3,....., r^{10} qui agissent sur les armatures des électros pour les ramener au contact ;

2° Une seconde règle massive *d* qui se visse sur la règle *e* et qui a pour objet de consolider cette dernière.

L'électro-aimant de rappel E (fig. 31) est placé au milieu de la règle S^3. L'armature *a*,

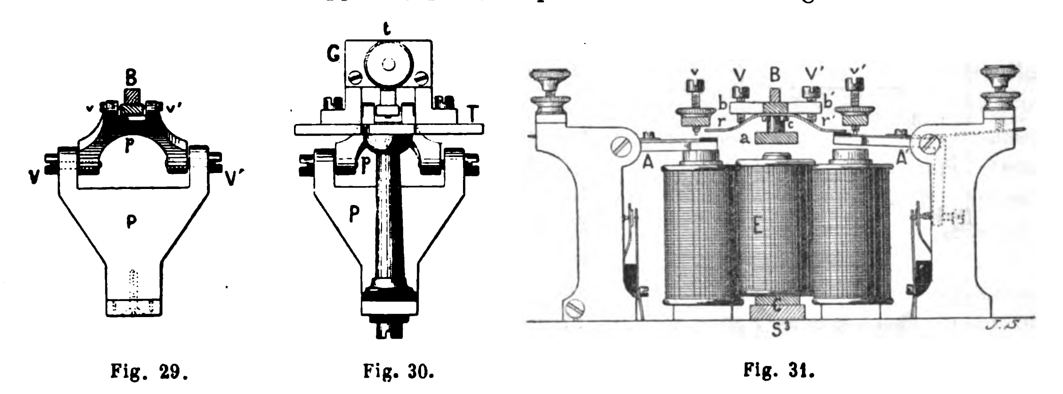


Fig. 29. Fig. 30. Fig. 31.

sur laquelle il agit, est fixée sous le balancier qu'elle entraîne obliquement dans son mouvement de haut en bas lorsqu'elle est attirée par l'électro.

Lorsque les armatures et le balancier sont dans la position de repos, l'intervalle qui existe entre chaque armature et sa vis-butoir est plus petit que celui qu'il y a entre l'armature et le ressort correspondant du balancier. Il est nécessaire en effet que, lorsqu'une armature se soulève, elle ne touche que le pied de la vis-butoir mais il faut aussi qu'elle s'arrête à une très petite distance du ressort correspondant du balancier, afin qu'il soit prêt à agir aussitôt que le balancier fonctionne.

L'isolement des armatures entre elles, lorsque le balancier est abaissé, est assuré par l'intermédiaire de petites plaques en matière isolante, vissées sur la partie supérieure des armatures à l'endroit où le ressort du balancier vient s'appuyer. D'un autre côté le balancier est isolé des colonnes Co^1 et Co^3, à l'aide d'une petite goupille d'ivoire fixée en-dessous du balancier, une à chaque extrémité, et qui empêche tout contact direct entre la partie métallique de ce dernier et la traverse portée par la colonne.

Lorsque le balancier est au repos, il est isolé de la colonne Co^3, parce que la vis de réglage F se termine par une pointe isolante en ivoire ; il est isolé également de la colonne Co^1 par une boucle de soie qui s'attache, d'un côté, au ressort de rappel *t* et, de l'autre, au pied de la vis de réglage que porte le pont G.

(*à suivre.*)

J.-A. Montpellier.



REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

L'éclairage électrique de Londres et les hautes tensions

Par M. HAUBTMANN

M. Ch. Haubtmann rappelle qu'à la dernière séance, MM. Hillairet et Buron ont oublié de parler du prix de revient de l'énergie électrique.

M. Haubtmann dit que, très souvent, l'utilisation du courant électrique coûte plus cher que les anciens procédés.

Ainsi à Paris, l'énergie électrique est distribuée à raison de 0,12 fr. l'hectowatt, soit 0,90 fr. le cheval-heure, c'est-à-dire trois fois environ le prix d'un cheval-heure produit par un moteur à gaz.

Le Havre[1] qui est la ville la meilleur marché de France, en tant que distribution d'énergie électrique, fait payer le courant 0,08 fr. l'hectowatt aux consommateurs.

A Londres, l'unité du *Board of trade* est cotée 7 1/4 pence (0,75 fr.). Cette unité est la quantité d'électricité nécessaire à l'allumage d'une lampe de 8 candlespower (1 carcel) pendant 29 heures; soit environ 1 500 watts-heure. Le cheval-heure électrique, à Londres, ressort donc à 0,375 fr. c'est-à-dire encore trois fois le prix du gaz.

C'est Fribourg qui est la ville d'Europe qui livre l'électricité à meilleur marché aux consommateurs. On a utilisé quelques chutes disponibles dans les environs en y installant des turbines commandant directement des dynamos. Le courant de ces dynamos est distribué en ville à raison de 0,10 fr. le cheval-heure pour des quantités supérieures à 20 chevaux ; 0,12 fr pour des forces variant de 5 à 20 chevaux, et 0,15 fr pour des puissances inférieures à 5 chevaux.

M. Haubtmann dit qu'il ne faut pas croire que c'est la différence dans le prix de revient de la force motrice qui produit ces écarts dans le prix de l'énergie électrique à Paris, Londres, Fribourg.

Le combustible, consommé dans les machines à vapeur, entre pour 0,15 fr. à Paris, et 0,05 fr. à Londres dans le prix de vente du cheval-heure; de sorte que, abstraction faite de la force motrice, le cheval-heure ressort pour :

Paris à	0,75 fr.
Londres à . . .	0,375 fr.
Fribourg à . . .	0,125 fr.

La différence ne vient uniquement que du faible capital engagé à Fribourg, comparativement à Londres et à Paris.

Ce capital ne dépend évidemment que du système employé dans la construction des secteurs, lesquels peuvent se diviser en deux classes :

1° Secteurs à petites stations centrales urbaines;

2° Secteurs à usines excentriques.

Le premier système est très en faveur en Amérique, quoique présentant de graves inconvénients au point de vue de l'hygiène et de la propreté des villes.

Il consiste essentiellement à répartir, à l'intérieur du périmètre de distribution, un certain nombre de petites usines, produisant le courant à basse tension, de façon à pouvoir l'utiliser sans transformation.

Il est inutile de faire remarquer combien la présence de ces usines, au centre des villes, peut être désagréable aux locaux avoisinants.

Dans le second système, on reporte la station génératrice en dehors du secteur à éclairer, dans un endroit propre à la production économique.

Les abonnés des secteurs d'électricité sont en droit de réclamer trois choses de la Compagnie concessionnaire :

1° Une grande régularité dans l'exploitation, c'est-à-dire ne jamais être privé de courant, du fait de l'arrêt des machines;

2° Pouvoir, à n'importe quel moment de la journée, disposer de la quantité d'énergie qui leur convient;

3° Autant que possible, ne pas dépenser plus qu'avec les anciens systèmes d'éclairage.

Ce qui revient, pour les Compagnies concessionnaires, à assurer la sécurité du service et à produire économiquement. La sécurité est la chose la plus importante de toutes lorsqu'on est chargé, comme les Compagnies d'électricité, d'un service public. Pour l'assurer, il n'existe qu'un moyen, c'est de disposer d'un matériel de secours suffisant.

Ce matériel peut être mécanique ou électrique. Mécanique, lorqu'il est constitué avec des chaudières, machines à vapeur et dynamos de rechange, prêtes à entrer en service dès qu'il se produit une avarie à l'une des unités en fonctionnement.

Électrique, lorsqu'on emmagasine à l'avance une certaine quantité d'énergie dans des accumulateur. Cette dernière solution permet, en outre, dans les moments où la consommation du réseau est restreinte, d'arrêter les machines et de laisser les accumulateurs fournir seuls.

L'économie de production est beaucoup plus difficile à réaliser, parce que les secteurs électriques représentent un capital énorme, dont le matériel n'est utilisé que pendant un temps très faible de la journée.

[1] Depuis le 1er juin 1891, la ville de Saint-Brieuc vend l'hectowatt à raison de 0,07 fr.

On peut diviser les installations tendant à produire économiquement, en trois catégories :

1° Installations à matériel mécanique réduit et fonctionnant pendant un temps très long de la journée;

2° Installations tendant à réaliser des économies sur les conducteurs et opérant la distribution, soit par fils multiples, soit en série, ou par retour à la terre;

3° Installations établies en vue de réduire à leur minimum les pertes dans les lignes.

M. Haubtmann cite les applications à Londres de ces trois procédés d'installation :

1° Matériel mécanique réduit : Compagnie de Chelsea, chargeant quatre stations secondaires d'accumulateurs, à l'aide de la station génératrice de Cadogan-Street;

2° Distribution sur fils multiples : Compagnie de Westminster, Compagnie de Pall Mall and Saint-James's, employant les trois fils d'Edison; Metropolitan C°, faisant usage des courants alternatifs Westinghouse et transformateurs Gaulard, dont un des pôles est à la terre;

3° Systèmes réduisant les pertes dans les lignes : London Electric Supply Corporation, employant les courants alternatifs (Ferranti) à haute tension, 10 000 volts. A propos de ce dernier procédé, M. Haubtmann fait remarquer que les principes développés par M. Deprez, en 1881, sont loin d'être des utopies et des paradoxes.

Le théorème du rendement indépendant de la distance devrait s'énoncer ainsi :

Le rendement est indépendant de la résistance totale du circuit (distance), mais la quantité de travail transmis n'est pas indépendante du temps.

M. Haubtmann reprend les exemples que M. Deprez a développés devant le Congrès de 1881.

Pour conclure, M. Haubtmann dit qu'il croit que, plus que jamais, l'avenir est aux hautes tensions; et, étant donné les nouvelles recherches faites sur les courants alternatifs et la grande facilité avec laquelle on les transforme, ce sont eux qui sont appelés à prévaloir dans un temps prochain.

(*Société des Ingénieurs civils, séance du 5 juin 1891.*)

Cuivrage galvanique des fontes d'art.

Par M. P. Nézereaux

Le cuivrage de la fonte de fer, au point de vue de l'art, est au bronze ce que la dorure et l'argenture sont à l'or et à l'argent : l'imitation du beau et une plus longue durée des objets joints au bon marché.

Contrairement à l'affinité du cuivre pour la dorure et l'argenture, la fonte de fer se prête très difficilement au recouvrement galvanique par une couche de cuivre épaisse et adhérente, en raison de la nature même de ce métal et des parties spongieuses et carbonées qui existent souvent à sa surface, quels que soient les soins apportés au moulage et à la coulée des objets.

Le cuivrage des métaux, selon leur nature, se fait au moyen de bains acides ou de bains alcalins.

Les bains acides, de sulfate de cuivre par exemple, que l'on emploie généralement en galvanoplastie, ne conviennent nullement au cuivrage direct de la fonte, à cause de la décomposition qu'ils provoquent au contact du métal et qui annihile l'effet constitutif du courant galvanique.

Les bains alcalins, au contraire, permettent le cuivrage de la fonte après décapage de l'oxyde qui en recouvre la surface, mais la couche de cuivre que l'on obtient avec ce bain est très faible, malgré la durée plus ou moins prolongée de l'opération. Les molécules de cuivre qui se fixent à la surface des objets n'ont pour ainsi dire d'affinité que pour la fonte et ne se superposent point au-delà d'une très faible épaisseur. Il semble qu'entre le dépôt galvanique et le métal sous-jacent, il se produit une action secondaire qui, agissant en même temps que l'action principale, forme à la surface cuivrée une sorte d'oxydation isolante que cette action principale est incapable de réduire.

Le cuivrage par les sels alcalins est très rapide en étendue, sinon en épaisseur, sur la surface des objets de fonte de fer, à l'exception toutefois des parties spongieuses et carbonées, dont la conductibilité électrique est insuffisante ou nulle, et qu'on ne parvient, dans ce cas, à recouvrir d'un dépôt galvanoplastique qu'au moyen d'une préparation spéciale.

Pour obvier aux inconvénients sus-mentionnés, voici comment on procède à la grande usine d'Auteuil, où ont été cuivrés les fontaines de la place de la Concorde et les candélabres de la ville de Paris.

On commence par imperméabiliser les objets à recouvrir, par une immersion dans un bain chauffé de bitume et additionné d'essence de térébenthine, en retournant ceux-ci dans tous les sens pour éliminer les gaz contenus dans les parties creuses ou spongieuses qui affectent la surface du métal. Les objets étant ensuite retirés de ce bain et bien séchés, on les badigeonne avec un pinceau très doux enduit de mine de plomb délayée dans de l'alcool ou de l'essence de térébenthine. Lorsque cette couche est elle-même bien sèche, on la brosse très soigneusement dans toutes ses parties, de manière à la rendre bien brillante.

La surface des objets étant ainsi enduite et métallisée présente une conductibilité électrique qui suffit à la rigueur au recouvrement galvanoplastique de la fonte dans un bain de sulfate de

cuivre et permet d'obtenir, au moyen de ce bain, un dépôt métallique d'une épaisseur convenable; mais il est facile de comprendre que ce procédé est défectueux, en ce sens qu'il ne donne qu'une adhérence factice du métal déposé avec l'objet recouvert, adhérence produite par les rugosités du corps, ses creux et ses saillies. Ce n'est en réalité qu'une juxtaposition.

La mine de plomb comme matière métallisante ne rend pas, autrement, la surface de l'objet tellement conductrice de l'électricité que dans un bain de sulfate de cuivre cette surface puisse être promptement recouverte; loin de là, le dépôt s'effectue d'abord aux points de contact où les fils conducteurs se rattachent à l'objet et et s'étend ensuite tout autour de ces points jusqu'à complet recouvrement.

La résistance du dépôt métallique à l'action galvanique étant aussi d'autant plus grande que lesdits conducteurs sont entre eux plus éloignés, il en résulte que la couche de cuivre est relativement plus épaisse à ces points de contact qu'elle ne l'est à mesure qu'on s'en écarte, et que la configuration artistique des objets est ainsi en partie détruite.

En opérant comme je vais l'indiquer, on obtient non seulement toute la régularité désirable dans l'épaisseur de la couche galvanique, mais encore une adhérence parfaite avec la fonte.

Voici comment je procède: Je commence par rendre imperméables les objets de fonte, en les plongeant dans un bain de stéarine chauffé à une température de 100 à 150°, de façon à en imprégner toutes les parties internes et externes. Les objets étant ensuite retirés du bain et pendant qu'ils sont encore chauds, je mastique avec soin les cavités spongieuses qui existent à la surface, soit avec la cire à modeler ou mieux avec de la gutta-percha ramollie dans de l'eau bouillante. Je dégraisse ensuite la surface apparente desdits objets, c'est-à-dire celle qui doit seulement être cuivrée, en saponifiant l'enduit qui la recouvre au moyen d'une lessive de potasse, en me servant pour cela d'une brosse de chiendent et de sable fin. Les objets sont ensuite décapés par une immersion dans une solution de 3 à 4 0/0 d'acide sulfurique, à l'effet d'enlever à la surface métallique l'oxyde dont elle est recouverte. Après un nettoyage à la brosse et un lavage à grande eau pour effacer toute trace d'acide, je rince dans une eau légèrement coupée de cyanure, afin de prévenir une oxydation trop rapide au contact de l'air, et je procède à la métallisation des parties mastiquées, en opérant comme je l'ai indiqué ci-dessus.

Les objets étant ainsi soigneusement préparés, je les soumets à l'action d'un courant galvanique comme cela se pratique en galvanoplastie, dans un bain alcalin froid ainsi composé: acétate de cuivre, 5 parties; sulfite de soude, 5 parties; cyanure, 100/100 5 parties; carbonate de soude 1 partie; eau distillée, 100 parties. Cette immersion, qui est de courte durée dans ce bain, a pour effet de recouvrir la surface des objets d'une couche mince et très adhérente de cuivre qui les préserve contre le bain acide et les prédispose à un recouvrement plus complet.

Les objets étant retirés de ce bain alcalin, je les plonge dans un autre bain de sulfate de cuivre, où ils sont également exposés à l'influence d'un courant galvanique, où la couche de cuivre peut atteindre, cette fois, sans inconvénient toute l'épaisseur désirable.

Les matières plastiques telles que le plâtre, la terre à modeler, la cire, la gutta-percha et autres... étant imperméabilisées et métallisées à leur surface avec de la mine de plomb, peuvent aussi recevoir les applications galvanoplastiques, en procédant au moyen des deux bains.

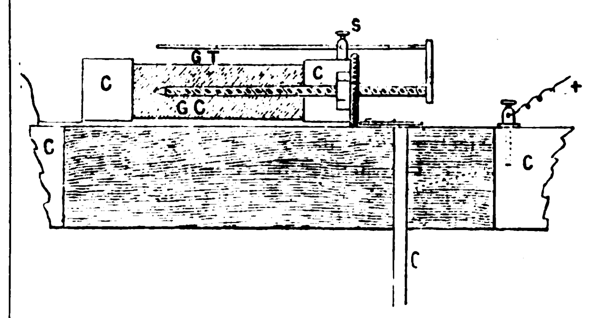
L'avantage qui en résulte, comparativement à l'emploi du bain de sulfate de cuivre seul, est celui d'opérer d'une façon plus sûre, plus rapide et de donner au dépôt galvanoplastique une épaisseur plus régulière.

(*Bulletin Technologique.*)

Rhéostat à charbon granulaire

Par A.-M. Tanner

Les recherches que j'ai publiées concernant la variation de résistance du charbon, due à la pression montrent qu'en 1835 Munck, de Rosenschold, fit des expériences avec différentes poudres de charbon soumises à la compression pour faire varier la force d'une décharge électrique et, qu'en 1861, Beetz plaçait de la mousse de platine dans un tube de verre et la comprimait plus ou moins au moyen d'un piston afin de modifier sa conductibilité. Il semble, par suite,



que ni Du Moncel, ni Clérac, ni Edison ne sont les premiers à avoir découvert le principe en question, ainsi que quelques manuels d'électricité l'ont dit. Un autre dispositif peut être ajouté à la liste des rhéostats ou des régulateurs dans lesquels il est fait usage de charbon granulaire ou en poudre; c'est celui qui fait l'objet du brevet d'Emmanuel Rebold, daté du 2 mars 1857,

n° 32 415, et qui est destiné à servir de modérateur de courant dans les bobines d'induction. Le croquis donné ci-dessus est la reproduction du dessin qui accompagne le brevet. Un tube de verre fermé à chaque extrémité par une douille de cuivre est rempli de charbon granulaire. Une tige filetée pénètre dans le charbon et peut être réglée au moyen d'un écrou moleté. Après réglage, la tige filetée est maintenue en position fixe par une tige extérieure servant de guide et une vis de serrage. On fait varier l'intensité du courant en faisant pénétrer la tige filetée plus ou moins dans la poudre de charbon. Par cette disposition, on voit que Rebold ne se proposait pas d'obtenir un changement de conductibilité par une pression sur la masse du charbon, mais seulement par le mouvement de la tige filetée, qui produisait une légère compression dans la direction des extrémités du tube. Le degré de pénétration de la tige et la compression latérale des grains de charbon donnaient ainsi le résultat désiré, exactement comme dans ce genre de microphones dont le diaphragme porte des pièces qui se projettent dans du charbon en grains et agissent concurremment avec lui.

(*Electrical Review de Londres.*)

M. L.

CHRONIQUE

Congrès international des électriciens à Francfort-sur-le-Mein du 7 au 12 septembre 1891. — Le congrès international des électriciens qui doit se réunir à l'occasion de l'Exposition de Francfort-sur-le-Mein aura lieu dans cette ville du 7 au 12 septembre 1891. Les électriciens de tous pays et tous ceux qui s'intéressent à l'électrotechnique sont invités à y prendre part.

La présidence d'honneur du Congrès a été acceptée par S. E. M. le Dr v. Stephan, secrétaire d'État à Berlin.

M. Werner v. Siemens, à Charlottenburg, a bien voulu consentir à appuyer le Comité d'organisation et à diriger la première séance.

L'invitation est signée de MM. :

Heldberg, conseiller supérieur des postes;

Eugen Hartman, ingénieur et constructeur,

Présidents de la Société Electrotechnique de Francfort-sur-le-Mein ;

Et de MM. :

Dr Bruger, électricien. — Ebert, conseiller des postes. — Dr Epstein, directeur de l'établissement d'enseignement et d'essais électrotechniques. — Hasslacher, agent de brevets. — Hesse, constructeur. — Horkheimer, cons. municipal. — Prof. Krebs. — Direct. Kohn. — Lahmeyer, ingénieur et constructeur. — Dr Lepsius, doyen à la Société de physique. — Lindley, conseiller des travaux publics. — Dr May, électricien. — Dr Nippoldt, physicien. — Direct. Priens. - Schaefer, constructeur. — Schaeffner, ingénieur. — Sonnemann, premier directeur de l'Exposition. — Trier, négociant. — Voigt, ingénieur constructeur. — Wurmbach, conseiller du commerce,

Membres du Comité d'organisation à Francfort-sur-le-Mein.

L'appel du Comité d'organisation est appuyé par MM. :

R. Alioth, ingénieur, Bâle. — Prof. K. Angström, Stockholm. — E. Arnold, ingénieur, Riga. — Prof. W.-E. Ayrton, Londres. — O. T. Blathy, ingénieur, Budapest. — C.-E.-L. Brown, ingénieur, Oerlikon. — C.-F. Brush, électricien, Cleveland, (Oh.). — A. Bouvier, ingénieur, Lyon. — Prof. H.-S. Carhart, Ann-Arbor (Mich.). — Prof. Casas Barbosa, Madrid. — J.-M. Colette, direct. des télégraphes de l'État, La Haye. — H. Cox, ingénieur en chef, Esslingen. — R. E. Crompton, Londres. — Prof. G.-R. Dahlander, Stockholm. — Marcel Deprez, ingénieur, Sèvres. — M. Deri, ingénieur, Vienne. — Prof. Dr Dietrich, Stuttgart. — M. v. Dolivo-Dobrolowsky, ingénieur en chef, Berlin. — Prof. A.-E. Dolbear, College-Hill (Mass.) — Dr M.-Th. Edelmann, Munich. — Thomas A. Edison, Orange (N.-Jers.) — Elsasser, conseiller d'État, Berlin. — Prof. Dr A. v. Ettingshausen, Graz. — Prof. Galileo Ferraris, Turin. — Prof. R. Ferrini, Milan. — Dr K. Feussner, électrotechnicien, Charlottenburg. — Franz Fischer, ingénieur, Vienne. — Dr O. Frölich, Berlin. — Prof. Eric Gérard, Liège. — Grawinkel, ingénieur en chef des télégraphes de l'Empire, Berlin. — Chevalier R.-G. v. Grimburg, conseiller aulique, Vienne. — Prof. Dr Grotrian, Aix-la-Chapelle. — Prof. G. Grassi, Naples. — R. J. Gülcher, ingénieur, Berlin. — Th. Guilleaume, fabricant, Mülhein. — Prof. Dr Hagenbach-Bischoff, Bâle. — Hake, direct. général des postes, Berlin. — F. v. Hefner-Alteneck, ingénieur, Berlin. — V. Helmholtz, président de l'établissement impérial de physique, Charlottenburg. — Carl Hering, ingénieur, Philadelphie — Prof. Dr Hertz, Bonn. — Dr J. Hopkinson, Londres — Prof. E. Hospitalier, Paris. — J.-L. Huber, ingénieur, Hambourg. — Hummel, ingénieur en chef, Nuremberg. — J. Jaspar, ingénieur, Liège. — C.-P. Jürgensen, Copenhague. — Gisbert Kapp, ingénieur, Londres. — Josef Kareis, conseiller des

travaux publics, Vienne. — Prof. Dr Kittler, conseiller aulique, Darmstadt. — Capitaine A. de Khotinsky, Rotterdam-Gelnhausen. — Prof. Dr Kohlrausch, Strasbourg. — Prof. Dr Wilh. Kohlrausch, Hanovre. — Fr Krizik, Prague. — Dr Kundt, Berlin. — Émile Lacoine, ingénieur, Constantinople. — Prof. Dr Otto Lehmann, Karlsruhe. — Dr Lowenherz, Charlottenburg. — Prof. Dr Mach, Prague. — Dr Virgilio Machado, Lisbonne. — Prof. E. Mascart, Paris. — Prof. van der Mensbrugghe, Gand. — Oscar v. Miller, ingénieur, Munich. — Ad. Müller, direct., Hagen. — Emil Naglo, ingénieur et fabricant, Berlin. — C.-F. Nielsen, direct. général des télégraphes, Christiania. — V. Oechelhäuser, direct. général, Dessau. — Prof Wilh. Peukert, Brunswick. — W.-H. Preece, Londres. — Prof. Dr Puluj, Prague. — Prof. Dr Quincke, conseiller aulique, Heidelberg. — Prof. Rasmussen, de l'Ecole navale, Christiania. — E Rattenau, direct. général de l'Allg. Elektr. Ges., Berlin. — A. Reckenzaun, ingénieur, Londres. — Prof. Righi, Bologne. — Prof. Ant. Roiti, Florence. — Fr. Ross, direct. de la Société Helios, Ehrenfeld-Cologne. — Dr Rothen, direct. du Bureau intern. des télégraphes, Berne. — Prof. E. Rousseau, Bruxelles. — S. Schuckert, Nürenberg. — Carl Siemens, Saint-Pétersbourg. — Wilhelm v. Siemens, Berlin. — Prof. Dr A. Slaby, Charlottenburg — Prof. J.-A. Snyders, Delft. — Prof. Dr v. Stefan, Vienne. — Prof. Dr Stenger, Dresde. — Dr Alexandre Stoletow, conseiller d'Etat, Moscou. — Dr Strecker, ingénieur en chef des télégraphes, Berlin. — J.-W. Swan, Lauriston-Bromley (Kent.) — Prof Silvanus P. Thompson, Londres. — Elihu Thomson, Lynn (Mass.).— Prof. Sir William Thomson, Glasgow. — Henry Tudor, ingénieur, Rosport. — Colonel Th. Turettini, ingénieur, Genève. — F. Uppenborn, ingénieur, Berlin. — Prof Dr E. Voit, Munich. — Prof. Dr A. v. Waltenhofen, conseiller d'Etat, Vienne. — Prof. Dr H.-F. Weber, Zürich. — Prof. Dr Wiedemann, conseiller aulique, Leipzig. — Prof. Dr Wüllner, conseiller d'Etat, Aix-la-Chapelle. — W. Wybauw, ingénieur, Bruxelles. — Carl Zipernowsky, Budapest.

RÉPARTITION DU TEMPS

Lundi 7 septembre

8 h. du soir. Réception des membres du Congrès dans la salle du grand restaurant de l'Exposition.

Mardi 8 septembre

10 h. du matin. Première séance plénière au théâtre de l'Exposition.
4 h. du soir. Formation des sections.
7 h. » Représentation de gala au théâtre de l'Exposition.
9 h. » Banquet dans la salle du grand restaurant de l'Exposition.

Mercredi 9 septembre

10 h. du matin. Séances des sections.
Midi. Visite en corps à l'Exposition.
5 h. du soir. Repas gala dans la grande salle du Palmengarten.
8 h. » Promenade-Concert au Palmengarten.

Jeudi 10 septembre

10 h. du matin. Deuxième séance plénière au théâtre de l'Exposition.
4 h. du soir. Séances des sections et visites en corps.
7 h. du soir. Divertissement à l'Exposition de la marine; grand concert vocal; illumination de la rive du Mein.

Vendredi 11 septembre

10 h. du matin. Séance des sections.
Après-midi. Visite de l'Exposition, particulièrement des classes des outils, matériaux et machines de la technique de précision.
6 h. du soir. Représentation de gala à l'Opéra de Francfort.

Samedi 12 septembre

10 h. du matin. Dernière séance plénière au théâtre de l'Exposition.
7 h. du soir. Grand bal dans les salons du Jardin Zoologique.

Dimanche 13 septembre

Le matin et après-midi. Excursion à Wiesbaden en trains spéciaux.
Le soir. Grande fête dans le Parc du Casino, donnée par la direction du Casino, avec feu d'artifice.

Les avis de participation au congrès doivent être adressés le plus tôt possible à la présidence de la Société électrotechnique de Francfort-sur-le-Mein.

La carte de membre, pour laquelle il sera prélevé une cotisation de 16 marks (10 marks pour les cartes de dames) est munie de 8 billets d'entrée à l'exposition électrotechnique et donne droit à l'entrée au « Palmengarten » et au « Jardin Zoologique » pendant toute la durée du Congrès, du 7 au 13 septembre. Pour le banquet, la représentation à l'Opéra, le bal et l'excursion à Wiesbaden, il sera délivré des cartes spéciales.

CONFÉRENCES ANNONCÉES ET DISCUSSIONS PROPOSÉES

M. Carhart, d'Ann-Arbor (Mich.). — 1° Remplacement des piles par les dynamos en télégraphie ; 2° Régulateurs de courant pour les machines dynamos.

M. Dolbear, de College-Hill (Mass.). — Terminologie électrique.

M. v. Dolivo-Dobrolowsky, de Berlin. — Transmission électrique de la force par les courants alternatifs.

M. Epstein, à Francfort. — Emploi d'instruments de mesures électromagnétiques — donc renfermant du fer — pour les courants alternatifs.

M. Feussner, de Charlottenburg. — Matériaux de construction des instruments de mesure.

M. Frölich, de Berlin. — 1° Courbes d'oscillations et essais électro-acoustiques; 2° Production et emplois de l'ozone.

M. Holborn, de Charlottenburg — Propriétés magnétiques de plusieurs alliages du fer.

M. Hummel, de Nurenberg. — Détermination directe du travail d'aimantation et des courants dans les anneaux en fer.

M. Kahle, de Charlottenburg. — Limites d'erreurs admissibles dans les instruments de mesure.

M. Kareis, de Vienne. — 1° Mesures pour éviter les troubles d'audition sur des fils téléphoniques suspendus au même poteau; 2° Mesures pour éviter la perturbation des correspondances téléphoniques par les forts courants; 3° Amélioration de la conductibilité des lignes télégraphiques.

M. Kohlrausch, de Hanovre. — Quel est le meilleur mode d'éducation de l'électricien ?

M. Löwenherz, de Charlottenburg. — Adoption de filets de vis uniformes dans l'électrotechique et la mécanique de précision.

M. May, de Francfort. — Prescriptions sur les installations d'éclairage, au point de vue des Cies d'assurances.

M. Meissner, de Göttingen. — Emploi de l'électromètre capillaire de Lippmann dans la télégraphie sous-marine.

M. Muller, de Hagen. — Couplage des accumulateurs pour les grandes et pour les petites intensités.

M. Peukert, de Brunswich. — Sur la question des compteurs d'électricité.

M. Rothen, de Berne — Questions importantes relatives à la téléphonie.

D'autres conférences, dont le sujet est réservé par leurs auteurs, sont annoncées par MM. Alioth, de Bâle; Arnold, de Riga; du Bois, de Berlin; Ferraris, de Turin; Görges, de Charlottenburg; Grawinkel, de Berlin; Quincke, de Heidelberg; Slaby, de Charlottenburg.

Les avis d'autres conférences doivent parvenir avant le 1er août 1891.

Les conférences et discussions seront éditées et envoyées aux membres du Congrès peu de temps après sa clôture.

L'Éclairage électrique de la « Touraine ». — L'éclairage électrique du nouveau paquebot de la Compagnie générale Transatlantique, la *Touraine*, constitue un ensemble très satisfaisant. Les dynamos, au nombre de trois, actionnées par des moteurs Compound à pilon de 100 chevaux sont établies dans un petit compartiment sur le pont-promenade, au-dessus des cuisines : on en maintient une en fonction dans le jour pour l'éclairage des parties basses des machines, des chaufferies et des passages obscurs. Pour le service de nuit, les deux autres sont mises en marche. Les lampes sont groupées en vingt circuits distincts qui peuvent être mis en communication à volonté avec chacune des dynamos, au moyen d'un tableau de distribution très simplement disposé.

Grâce à ces excellentes dispositions, la lumière est répandue à profusion dans toutes les parties du navire : dans les cabines, les passagers ont la libre disposition de leur éclairage, ce qui constitue pour eux une facilité et un bien-être inconnus avec l'éclairage à l'huile. Dans les salons les candélabres très élégants qui portent des lampes électriques contribuent à la décoration de l'ensemble et sont d'un très heureux effet.

Perfectionnement dans la fabrication des lampes à incandescence. — M. François Walter, capitaine d'artillerie et professeur à l'Académie technique militaire de Vienne, vient de trouver, paraît-il, un alliage qui permet d'unir par la fonte le verre avec des métaux autres que le platine. Cet alliage, par lequel on obtient une fermeture absolument étanche, permettrait de fabriquer des lampes électriques sans platine.

Cette invention transformera la fabrication des lampes à incandescence.

Exposition d'électricité à Taunton. — La date de l'inauguration de l'exposition d'électricité de Taunton a été fixée au 1er août prochain ; cette exposition restera ouverte jusqu'au 1er novembre.

Elle comprendra les sections suivantes :

Eclairage par l'électricité ; chauffage par l'électricité ; machines pour la production des courants électriques, par puissance mécanique ; moteurs électriques et leurs applications ; soudure par l'électricité ; batteries électriques secondaires et primaires ; appareil de mesures électriques ; phonographes, téléphones ; télégraphes et signaux électriques ; application de l'électricité à la chirurgie ; galvanoplastie ; applications diverses de l'électricité ; moteurs à vapeur, pompes, etc. ; moteurs à gaz et à pétrole, employés dans les installations électriques.

La téléphonie en France. — Le ministre du commerce vient d'autoriser la création de réseaux téléphoniques à Romilly-sur-Seine, à Saint-Ouen et à Bayonne.

La direction générale des postes et télégraphes a ouvert pour le service du public, à dater du 1er juillet dernier, les réseaux téléphoniques suivants :

Epernay ; Epernay-Reims-Paris ; Fécamp ; Fécamp-Etrétat-le Havre ; Angers ; Roanne.

Le 8 juillet celui de Dunkerque à Lille; le 15 juillet celui d'Orléans.

Enfin la ligne de Paris-Fontainebleau commencera à fonctionner le 1er août.

— Le bureau téléphonique qui se trouvait rue de Logelbach, 4, à Paris, vient d'être transféré avenue de Wagram, 62, à l'angle de la rue Desrenaudes.

BIBLIOGRAPHIE

Aide-mémoire de l'ingénieur électricien. Recueil de tables, formules et renseignements pratiques, à l'usage des électriciens, par G. Duché, B. Marinovitch, E. Meylan et G. Szarvady.

Troisième édition, augmentée par P. Juppnot.

Un vol. in-18, de xx-476 pages avec figures dans le texte. Prix: 6 fr. (*Paris, B. Tignol, éditeur*).

Cette troisième édition a reçu de nombreuses modifications et additions.

Tout en conservant le plan général des éditions précédentes, M. Juppont a complété et mis au courant les renseignements relatifs à l'électrolyse par les courants alternatifs, aux oscillations électriques, à l'éclairage à arc et à incandescence, aux données de constructions de plusieurs types de nouvelles dynamos, etc.

Quelques chapitres nouveaux ont été ajoutés parmi lesquels nous citerons ceux qui ont trait aux données pratiques sur l'éclairage électrique, à l'établissement des stations centrales, aux paratonnerres, au tirage des mines par l'électricité

Afin de ne pas augmenter outre mesure le nombre de pages de ce formulaire qui, trop volumineux, ne serait plus un ouvrage portatif, on a supprimé les tables numériques que contenaient les éditions précédentes, et que l'on trouve partout.

Nous ajouterons que les erreurs typographiques qui qui étaient si nombreuses dans la première édition ont été soigneusement corrigées.

Le magnétisme atmosphérique ou prévision du temps cinq ou six jours à l'avance par les agitations de l'aiguille du magnétomètre, par A. Fortin.

Un vol. in-12 de xxv-300 pages. Prix: 3 fr. 50 (*Paris, Georges Carré, éditeur*).

L'abbé Fortin, dont les journaux quotidiens ont parlé dernièrement au sujet de ses prévisions du temps, a résumé dans ce petit ouvrage l'ensemble de sa méthode.

On y trouve également la description de son magnétomètre atmosphérique.

Fortschritte der Elektrotechnik. [Les progrès de l'électrotechnique], par le D. Karl Strecker.

Troisième année, 4e trimestre 1889. Un vol. in-8, de la page 555 à la page 798. Prix: 8 marks. (*Berlin, Julius Springer*).

Avec ce quatrième fascicule se termine l'année 1889 de cette publication qui contient non seulement le relevé de tout ce qui a été publié dans l'année dans les divers périodiques de tous pays, mais encore d'excellents résumés de tous les mémoires ou articles importants.

Cet ouvrage constitue un véritable document indispensable à tous ceux qui ont des recherches à faire.

Association française pour l'avancement des sciences. Compte rendu de la 19e session, Limoges, 1890. — Seconde partie: Notes et Mémoires.

Un vol. grand in-8, cartonné, 1182 pages avec figures dans le texte et 15 planches (*Paris, 1891, G. Masson, éditeur*).

La Galvanoplastie: son histoire et ses procédés. Traité des manipulations électrogalvaniques mises à la portée des amateurs, par P. Laurencin.

4e Edition, in-18, 118 pages. Prix: 2 fr. 50 (*Paris, Bureau de la science pour tous*).

Aide-mémoire de physique industrielle par Éd. Lelaurin.

Carnet de poche de près de 200 pages et 4 planches. Prix cartonné: 7 fr. 50 (*Paris, E. Bernard et Cie*).

La distribution de la force par l'air comprimé dans Paris. Procédés V. Popp, par MM. Riedler et Sencier..

Grand in-8, 120 pages et 40 figures. Prix: 4 fr. (*Paris, E. Bernard et Cie*).

L'horlogerie électrique, par A. Tobler.

Un volume in-16, avec 65 figures. Prix: 3 fr. (*Paris B. Tignol*).

Les premières applications de l'électricité aux grandes orgues, par Albert Peschard.

In-8, 75 pages et planches en couleur (*Paris, imp. Larousse*).

Note descriptive de l'intensiomètre pour la mesure pratique, rapide et sans calcul des piles, des courants et des lignes télégraphiques ou téléphoniques, par A. Farjou.

Une broch. in-8, 32 p. avec fig. (*Paris, lib. Rouam et Cie*).

NÉCROLOGIE

WEBER (Wilhelm-Eduard)

L'illustre physicien Weber vient de mourir à Göttingen, le 24 juin dernier, à l'âge de 87 ans.

Sa longue carrière scientifique a été des plus brillantes et ses travaux sur l'électrodynamique le mettent au premier rang des physiciens de notre siècle.

Né le 24 octobre 1804, à Wittenberg, il fit ses études au *Pädagogium* de Halle et les termina à l'Université de cette ville, où son père était professeur de théologie. Reçu agrégé à 23 ans (1827), il se vit la même année nommé professeur suppléant et, un an après, professeur titulaire à l'Université.

Appelé en 1831 à la chaire de physique de l'Université de Göttingen, il y rencontra Gauss et se lia d'amitié avec le célèbre mathématicien. C'est à partir de ce moment qu'il dirigea ses études vers les sciences physiques et s'occupa particulièrement d'électricité et de magnétisme.

En 1837, à la suite d'événements poliques, il fut obligé de quitter sa chaire à l'Université et il vécut comme professeur libre à Göttingen jusqu'en 1843, époque à laquelle il fut nommé professeur de physique à l'Université de Leipzig.

Six ans après, en 1849, il quittait Leipzig pour reprendre à Göttingen la chaire qu'il avait déjà occupée et qu'il a conservée jusqu'en 1887, moment où l'âge et la maladie l'obligèrent à prendre sa retraite.

Son œuvre scientifique est des plus considérables.

Encore sur les bancs de l'école, il prenait part aux recherches de son frère Ernst Heinrich, professeur d'anatomie et de physiologie à l'Université de Halle, et publiait, en collaboration avec lui (1825) la *Théorie des Ondes*, ouvrage resté classique.

Il s'occupa ensuite de certaines questions d'acoustique et de l'élasticité des corps solides.

En 1833, il imagina et fit installer avec Gauss le premier télégraphe électromagnétique. Ils relièrent l'Université et l'Observatoire de Göttingen par deux conducteurs en cuivre, passant au-dessus des maisons de la ville; les savants de ces deux établissements purent ainsi correspondre facilement et rapidement, événement qui fit grand bruit à l'époque.

De 1837 à 1843, Gauss et Weber publièrent en commun les *Résultats des Observations de la Société magnétique* [1] ainsi qu'un atlas du *magnétisme terrestre*, publications qui contiennent un grand nombre de mémoires de Weber sur les méthodes d'observation et sur les appareils qu'il employait. Les deux savants imprimèrent à l'étude du magnétisme terrestre une direction toute nouvelle et leurs travaux ont une importance considérable.

L'œuvre capitale de Weber est, sans contredit, sa série de mémoires sur l'électrodynamique et sur la détermination des systèmes de mesure absolue, employés partout aujourd'hui.

[1] *Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins in den Jahren*, 1836, 1837, 1838, 1839, 1840, 1841, *Jährlich*. Leipzig, 1837-1843, 6 volumes in-8 et 3 atlas in-4.

Son premier mémoire d'électrodynamique date de 1846 et contient l'exposé de ses recherches sur la vérification par des mesures exactes de la loi fondamentale de l'électrodynamique. C'est dans ce mémoire qu'il décrit l'électrodynamomètre et qu'il énonce la loi qui porte son nom et de laquelle il déduisit les lois de l'induction [1].

Les systèmes de mesure absolue de l'intensité et de la force électromotrice sont exposés dans le deuxième mémoire [2] dans lequel sont également indiquées les méthodes de mesure absolue des résistances.

Le troisième mémoire [3] contient le développement de la théorie du magnétisme et du diamagnétisme.

Le quatrième [4] écrit en collaboration avec Kohlrausch, est consacré à la comparaison des systèmes de mesure absolue des courants électriques et des forces mécaniques.

Le problème des oscillations électriques forme le sujet du cinquième mémoire [5] et on peut dire que Weber entrevoyait déjà la théorie électro-magnétique de la lumière.

Enfin dans les travaux que l'illustre physicien a publiés, de 1871 à 1877, dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Leipzig*, il a combattu les assertions de Helmholtz qui avançait que la loi électrodynamique de Weber était incompatible avec le principe de la conservation de l'énergie [6].

Indépendamment de ses travaux en électricité, Weber laisse d'autres ouvrages remarquables.

Nous avons déjà mentionné la *Théorie des Ondes*, publiée en collaboration avec son frère Ernst Heinrich. On lui doit aussi, en commun avec son autre frère Eduard Friedrich, l'ouvrage intitulé: *Mécanique de l'appareil locomoteur de l'homme* (Göttingen, 1836), traduit en français en 1843 sous le titre: « Traité de la mécanique des organes de la locomotion », et où il a démontré que, dans l'articulation coxo-fémorale, la tête du fémur est maintenue dans la cavité cotyloïde par la pression atmosphérique.

Weber faisait partie de l'Académie des Sciences de Paris depuis 1865 au titre de membre étranger.

J. A. M.

[1] *Elektro-dynamische Maasbestimmungen*. In-4, Leipzig, 1846.

[2] *Elektro-dynamische Maasbestimmungen insbesondere Widerstands messungen*, Leipzig, 1850. — *Elektro-dynamische Maasbestimmungen, Widerstandsmessungen*. Leipzig, 1852.

[3] *Elektro-dynamische Maasbestimmungen insbesondere uber Diamagnetismus*. Leipzig, 1852.

[4] *Elektro-dynamische Maasbestimmungen : Zurückfuhr d. Stromintensitäts-stress auf mechan. Maass. mit Kohlrausch*, Leipzig, 1857.

[5] *Elektro-dynamische Maasbestimmungen, insbesondere über Elektrische Schwingungen*. Leipzig, 1864.

[6] *Elektro-dynamische Maasbestimmungen insbesondere über das Princip der Erhaltung der Energie*. Leipzig, 1867.

L'Editeur-Gérant: GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

2e Série. — Tome II. N° 30 25 Juillet 1891.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LA DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Le but de cette étude est de passer en revue les différents systèmes de distribution de l'énergie électrique et d'examiner dans quelles limites chacun d'eux est applicable en tenant compte des avantages et inconvénients qu'ils présentent.

Les deux grands systèmes en présence sont le système à courants continus et le système à courants alternatifs, comprenant chacun un grand nombre de subdivisions.

Chacun d'eux conduit à de bonnes distributions pour l'éclairage électrique et la seule raison qui rende l'un ou l'autre préférable est le prix de premier établissement et d'exploitation.

C'est uniquement à ce point de vue purement pratique que nous étudierons ces systèmes, en commençant par le cas le plus simple de l'éclairage d'un quartier peu étendu et dense. Le système à courants continus est tout indiqué dans ce cas.

Courants continus

1° Eclairage d'un quartier peu étendu.

Nous supposerons 3 500 lampes de 10 bougies uniformément réparties dans un rayon de 500 mètres autour de la station centrale (fig. 1).

Nous admettrons une perte de charge maximum dans les conducteurs de 5 0/0 pour les lampes les plus éloignées, ce qui correspond à 5,5 volts pour une distribution à 110 volts ; en surcompoundant les machines à la station centrale de 2,75 volts, on réduit la variation maximum de potentiel aux lampes à la valeur de 2,75 volts soit 2,5 0/0, ce qui est très suffisant pour la pratique.

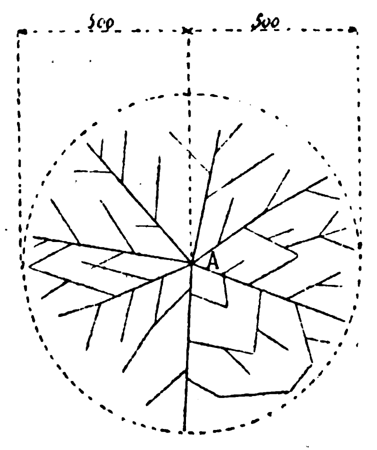


Fig. 1.

En admettant le chiffre de 40 watts par lampe de 10 bougies, l'énergie totale nécessaire sera de 140 000 watts.

Deux groupes de machines de 100 chevaux suffiront, un troisième pourra servir de rechange en cas d'accident.

Voici quelles seront les dépenses de premier établissement pour la station centrale et les conducteurs de distribution.

a) *Station centrale* :

Terrains, bâtiments et bureaux.		33 000 fr.
Trois groupes de machines, chacun d'une puissance de 100 chevaux (un de ces groupes sert de rechange), comprenant une chaudière, une machine à vapeur à condensation, tuyauterie, courroies, etc.	24 000 fr.	
Une dynamo de 100 chevaux.	10 000	
	34 000 fr.	
A reporter. . .		33 000 fr.

Report. . . .	33 000 fr.
Soit pour les trois groupes.	102 000
Tableaux de distribution, instruments de mesure, etc. etc.	10 000
	145 000 fr.

b) *Canalisation.*

Nous avons admis comme maximum de perte dans les conducteurs 5 0/0, c'est-à-dire 5,5 volts, si la lampe marche normalement à 110 volts ; ce qui fixe la densité du courant dans les fils, pour une lampe placée à 500 mètres de l'usine (1 000 mètres aller et retour), à 0,4 ampère par millimètre carré.

Le nombre d'ampères total est $\frac{3\,500 \times 40}{110} = 1\,295$ ampères.

La section totale des conducteurs au sortir de l'usine sera donc de

$$\frac{1\,295}{0,4} = 3\,237,5 \text{ millimètres carrés,}$$

soit 32,4 centimètres carrés.

Les lampes étant uniformément réparties autour de l'usine sur un rayon de 500 mètres, la distance moyenne d'une lampe à l'usine sera donc de 333 mètres.

Le volume total du cuivre sera donc de $2 \times 33\,300 \times 32,4 = 2\,157\,840$ centimètres cubes, soit environ 19 280 kilogrammes coûtant, à 2,50 fr. le kilo, 48 200 francs.

Il est assez difficile d'estimer la pose de la ligne, celle-ci variant avec la distribution des lampes, la disposition des conducteurs aériens ou souterrains, les systèmes d'isolation employés, etc. ; nous admettrons approximativement un chiffre de 20 000 francs.

La canalisation toute posée jusqu'à l'entrée des maisons coûtera donc 68 200 francs.

Les dépenses à supporter par la Société d'éclairage pour produire l'électricité et l'amener jusqu'à l'entrée des maisons seront donc de :

Station centrale.	145 000 fr.
Canalisation.	68 200
	213 200 fr.
Fond de roulement.	36 800
Capital total engagé	250 000 fr.

Pour évaluer les frais d'exploitation, il faudrait connaître le nombre d'heures d'éclairage de chaque lampe, en d'autres termes le diagramme de charge de l'usine.

On peut évaluer dans beaucoup de cas à deux heures la durée d'éclairage par lampe et par jour, ce qui correspond à environ $2 \times 40 \times 3\,500 = 280\,000$ watts-heure soit 400 chevaux-heure par jour.

Les dépenses d'exploitation peuvent s'évaluer comme suit :

1 ingénieur en chef à 300 francs par mois.	3 600 fr.	
1 comptable à 200 francs.	2 400	
2 mécaniciens électriciens à 225 francs.	5 200	
2 mécaniciens chauffeurs à 175 francs.	4 200	
Personnel.		15 400 fr.
Charbon, 3 kg par cheval-heure $= 3 \times 400 \times 365 = 468$ tonnes à 20 francs.	9 360 fr.	
Huile, chiffons, divers.	3 000	
Charbon et divers.		12 360 fr.
A reporter. . .		27 760 fr.

	Report. . .	27 760 fr.
Intérêt d'un capital de 250 000 francs à 5 0/0.	12 500 fr.	
Amortissement des bâtiments et conducteurs à 5 0/0 sur 101 200 francs.	5 060	
Amortissement et réparation des machines et instruments, 10 0/0 sur 112 000 francs.	11 200	
		28 760 fr.
Dépenses totales d'exploitation.		56 520 fr.

Dans ces dépenses ne sont pas comprises les charges envers la commune ou l'État qui varient d'un endroit à l'autre et qu'il est impossible d'évaluer d'une façon générale.

En résumé, avec ce système de distribution et avec un éclairage moyen de deux heures par jour et par lampe, nous avons comme dépense de premier établissement par lampe

$$\frac{250\,000 \text{ fr.}}{3\,500} = 71{,}43 \text{ fr.}$$

Dépenses annuelles, $\frac{56\,520}{3\,500} = 16{,}15$ francs.

Le poids du cuivre dans les conducteurs de distribution par lampe sera de

$$\frac{19\,280}{3\,500} = 5{,}5 \text{ kg.}$$

Nous ferons ici remarquer que la station centrale est capable d'alimenter 3 500 lampes brûlant simultanément, ce qui suppose un plus grand nombre de lampes réellement installées ; il ne peut en effet arriver jamais que toutes les lampes d'une ville soient allumées en même temps.

Étudions maintenant la manière dont le poids du cuivre dans les conducteurs augmente avec les dimensions du quartier à éclairer, en supposant la même densité d'éclairage et la même perte maximum de charge.

Supposons que la dimension linéaire du quartier augmente dans le rapport de n à 1.

Le nombre de lampes devient n^2 fois plus grand ;

La densité du courant dans le fil pour une même perte de charge sera n fois plus petite.

La section des conducteurs devient donc n fois plus grande par lampe, soit n^3 fois plus grande en réalité ; leur longueur ayant aussi augmenté dans le rapport de n à 1, leur poids sera donc n^4 fois plus grand.

C'est-à-dire que le poids par lampe des conducteurs de distribution dans le système simple varie comme le carré des dimensions linéaires de l'espace à éclairer.

En désignant par p ce poids et par l le rayon de l'espace à éclairer, nous aurons

$$p = al^2$$

Nous avons trouvé que pour $l = 500$ mètres et $p = 5{,}5$ kg ; d'où $a = \frac{5{,}5}{250\,000} = 0{,}000022$ donc $p = 0\,0000\,22\ l^2$ kg par lampe.

C'est ainsi que, pour un rayon de 1 000 mètres, nous aurons

$$p = 22 \text{ kg par lampe}$$

et, pour un rayon de 250 mètres,

$$p = 1{,}375 \text{ kg par lampe}$$

On voit donc que les poids des conducteurs de distribution augmentent très vite et, à partir d'un rayon de 500 mètres, deviennent très onéreux.

Mais on peut disposer le système de distribution de manière à diminuer cette dépense, comme on le voit (fig. 2).



Supposons des lampes disposées dans un rayon de 1 000 mètres autour de l'usine ; au lieu de relier directement les lampes à l'usine, on les joints aux centres secondaires de distribution *abcdefgh* et on alimente ces centres au moyen de feeders A*a* A*b*,..., A*h*. L'avantage de cette disposition consiste dans ce fait que l'on peut perdre beaucoup plus de volts dans les feeders, à condition de maintenir automatiquement le potentiel constant dans les points *abcd....h* ou même en l'augmentant de 2,75 0/0 de zéro à pleine charge.

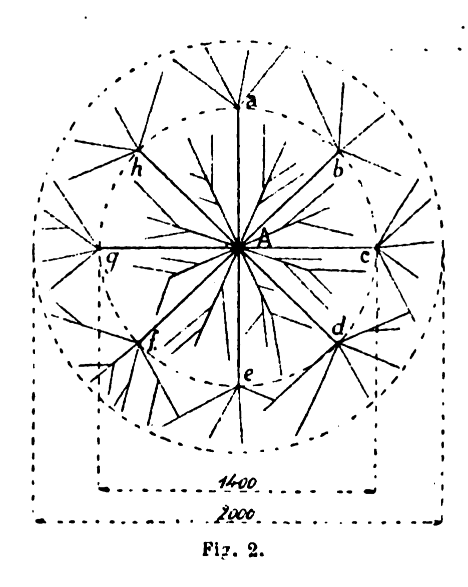


Fig. 2.

En somme nous pouvons distribuer notre éclairage de la manière suivante :

1° District central autour de A de 800 mètres de diamètre ;

2° Huit districts de 300 mètres de rayon disposés tout autour. Le poids du cuivre par lampe pour le district central sera de $p = 0{,}0022 \times 400^2 = 3{,}5$ kg par lampe; dans chacun des huit districts périphériques,

$$p = 0{,}0000\,22 \times 300^2 = 1{,}98 \text{ kg}.$$

Dans les feeders on peut perdre jusqu'à 15 0/0, c'est-à-dire 16,5 volts. Leur longueur moyenne est de 700 mètres. Ce qui détermine une densité de courant d'environ 0,6 ampère par millimètre carré.

Le courant par lampe étant de 0,36 ampère environ, le poids des feeders par lampe sera de 7,500 kg.

En résumé, nous aurons dans le district central 2 240 lampes et $2\,240 \times 1{,}98 = 4\,435$ kg de cuivre dans les conducteurs.

Dans les districts extérieurs, 11 760 lampes ; $11\,760\ (3{,}5 \times 7{,}5) = 12\,936$ kg.

Le poids du cuivre dans les conducteurs par lampe sera donc de

$$\frac{12\,936 + 4\,435}{14\,000} = 9{,}5 \text{ kg par lampe.}$$

On voit donc que l'on économise $22 - 9{,}5 = 12{,}5$ kg de cuivre par lampe, par rapport à la distribution simple.

Mais il ne faut pas oublier que, comme l'on perd 16,5 volts dans les feeders A*a*, A*b*... A*h*, il faut que les machines à la station centrale soient plus fortes pour produire la puissance nécessaire, de même, pour ce motif, on consommera un peu plus de charbon.

Ces inconvénients sont contrebalancés par la diminution des frais généraux résultant de la concentration d'une plus grande puissance à la station centrale.

Système à trois fils. — Par ce système, qui est trop connu pour que nous le décrivions ici, on économise les 5/8 du poids des conducteurs au prix d'une petite complication.

Ce système est du reste applicable aussi bien pour une distribution simple que pour une distribution à feeders.

Au lieu de faire revenir à l'usine le troisième fil intermédiaire qui sert uniquement de conducteur de compensation, on peut employer un système égaliseur de consommation composé de deux induits calés sur le même arbre et tournant dans le même champ.

On fait communiquer un balai de chaque induit avec le conducteur intermédiaire, tandis que chacun des deux autres balais communique avec un des conducteurs principaux ; on se rend facilement compte que, lorsque les lampes ne sont pas absolument bien distribuées dans les deux circuits un des induits agit comme moteur et absorbe du courant dans le circuit qui a trop peu de lampes, tandis que l'autre induit, agissant comme

génératrice mue par le premier, produit du courant et en ajoute au circuit qui a trop de lampes : cet effet tend donc bien à égaliser le courant dans les deux circuits.

On peut facilement employer aussi des systèmesà 4,5, etc. fils, les conducteurs intermédiaires revenant à l'usine.

Le secteur de la place Clichy marche de cette façon avec cinq conducteurs et des égaliseurs de consommation pour régler la dépense dans chaque circuit.

La dimension des conducteurs de compensation peut varier de zéro, jusqu'à être égale à celle des conducteurs principaux extrêmes.

En prenant tous les conducteurs égaux, on arrive, en désignant par 1 la dépense de cuivre par lampe pour le système de dérivation simple, à dépenser :

Pour le système à 3 conducteurs et 220 volts aux lampes 3/8.
— 4 — 330 — 2/9.
— 5 — 440 — 5/32.

Si l'on admet donc 10 kg comme le poids limité de cuivre à employer par lampe, on arrive à un rayon de :

671 mètres autour de l'usine pour le système de dérivation simple à 110 volts;
1 000 à 1 100 mètres avec le système à feeders ;
1 074 mètres avec le système à 3 fils ;
1 650 à 1 800 mètres avec le système à 3 fils et feeders ;
2 000 à 2 200 mètres avec le système à 5 fils;
3 300 à 3 600 mètres avec le système à 5 fils avec feeders.

(*à suivre*) W.-Cam. Rechniewski.

LES VENTILATEURS ÉLECTRIQUES

L'emploi de l'électricité prend chez nous du développement surtout dans l'éclairage; mais il y a de nombreuses applications moins importantes ou moins répandues ; quelques-unes même ne nous sont connues que de nom. Nous sommes loin sous ce rapport d'approcher les États-Unis. C'est un lieu commun qu'on ne saurait trop répéter, ne fût-ce que pour secouer l'inertie qui nous domine et s'oppose à l'adoption de systèmes d'une utilité incontestable devenus d'un usage courant dans d'autres pays. Tel est, par exemple, l'emploi des ventilateurs électriques. En cette saison surtout, on ne saurait nier l'agrément et l'utilité hygiénique de tels appareils dont l'emploi s'est largement répandu en Amérique depuis quelques années et que l'on apprécie beaucoup également en Angleterre.

Cette application des petits moteurs a été évidemment facilitée aux États-Unis par la généralisation de l'éclairage électrique. Il n'est plus de ville, plus de bourg de quelque importance qui n'ait son réseau d'éclairage et de distribution d'énergie, où l'on puisse puiser à volonté; mais, même dans les localités où cette facilité n'existe pas, dans les maisons de campagne et les exploitations agricoles, le ventilateur hygiénique et agréable est d'un usage courant : s'il n'y a pas de dynamo pour l'alimenter, on l'actionne à l'aide d'une pile.

Parmi les Compagnies d'électricité qui ont propagé l'emploi de ces appareils, la « C. and C. Electro motor C° » de New-York est celle qui a été la première à les construire et la plus active à les introduire dans les établissements publics et chez les particuliers. Beaucoup d'autres maisons en ont mis sur le marché, mais la « C. and C. », outillée pour la construction des petits moteurs en général, fait sa spécialité des ventilateurs et souffleries électriques et il ne paraît pas qu'aucune autre lui fasse une concurrence

sérieuse. Cette situation est d'ailleurs justifiée par le soin avec lequel sont construits ses appareils, par leur solidité, leur rendement élevé et leur élégance.

Nous avons donné l'année dernière dans la *Revue Internationale de l'Électricité* [1] une description détaillée des moteurs industriels construits par cette Compagnie et un tableau des dimensions et autres renseignements concernant les types de construction courante variant de 1/8 de cheval à 40 chevaux.

En renvoyant le lecteur à cette description, nous ajouterons que cette Compagnie construit aussi des dynamos sur le même type. Elles sont à enroulement Siemens, en série, en dérivation ou compound, suivant le cas. La puissance des modèles courants varie de 1 000 à 50 000 watts aux vitesses de 1 950 à 800 tours par minute. Pour les machines destinées au transport de force, on emploie un enroulement spécial qui donne une régulation automatique du fonctionnement sous de très grandes variations de charge.

En ce qui concerne les moteurs, c'est surtout en raison de leur grande puissance sous un très petit volume que la « C. and C. » a pu les adapter avec une grande facilité à l'usage spécial des ventilateurs. L'ancien type est utilisé pour les souffleries; mais, en vue de réduire les dimensions et de rendre l'appareil plus commode, la forme en a été modifiée pour les ventilateurs. Les inducteurs sont verticaux et l'aspect du moteur rappelle celui bien connu de la dynamo type supérieur.

La figure 1 représente le ventilateur ordinaire destiné aux appartements, restaurants, bureaux, salles de théâtre, de conférences, etc.. Les dimensions du moteur sont d'environ 30 cm de côté, c'est-à-dire que l'espace qu'il occupe est d'à peu près 27 dm³. Le ventilateur proprement dit est constitué par six ailettes de 30 cm de diamètre montées sur l'axe du moteur. L'appareil peut être placé dans n'importe quel endroit du local à ventiler; l'énergie nécessaire à son fonctionnement équivaut à celle qu'exige une lampe à incandescence. On peut prendre le courant à la canalisation de la rue et, si la maison est éclairée par des lampes à incandescence, il suffit d'enlever l'une des lampes et de fixer à la place de celle-ci une douille à laquelle les conducteurs du moteur viennent aboutir. Rien n'est donc plus simple que l'installation de ces appareils qui donnent un courant d'air frais à la distance de 10 mètres et maintiennent une température agréable dans toute pièce de dimensions ordinaires, même pendant les plus chaudes journées d'été. Leur construction est très soignée; toutes les pièces extérieures sont en cuivre, soit brut, soit poli ou nickelé et le fonctionnement est silencieux.

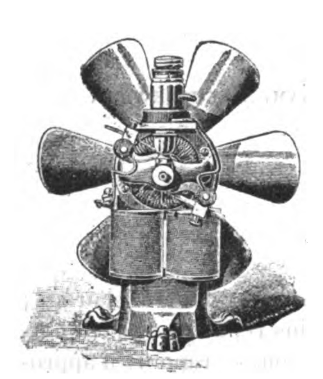


Fig. 1.

La figure 2 montre un autre modèle destiné à être monté à la partie supérieure d'une fenêtre ou d'une porte. La figure indique comment l'appareil peut être disposé soit pour aspirer l'air vicié de l'intérieur et le rejeter au dehors, soit pour puiser à l'extérieur et renouveler ainsi constamment l'air du local à ventiler. Dans ce modèle les ailettes ont 45 cm de diamètre.

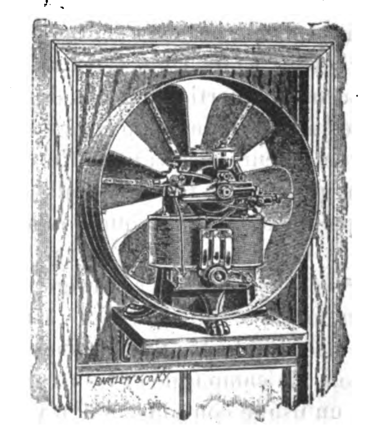


Fig. 2.

On construit aussi, avec l'ancien type de moteur de la « C. and C. » modifié pour cet

[1] Tome XI, page 422.

usage, des aspirateurs de plus grandes dimensions dont le modèle courant a 75 centimètres de diamètre.

On sait que sur les navires l'électricité entre de plus en plus dans les habitudes et qu'elle y est appliquée, en dehors de l'éclairage, à un certain nombre de manœuvres. Il était naturel qu'elle y fût employée à la ventilation et que les appareils dont nous nous occupons y reçussent bon accueil. On ne comprendrait même pas qu'en raison de leur commodité et de leur efficacité ils n'y aient pas été mis en service, surtout dans les parties où la ventilation est d'une nécessité absolue comme dans les chambres de chauffe, les salles de machines, les magasins, etc.

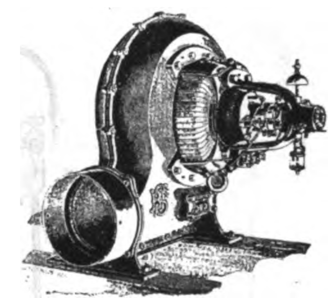


Fig. 3.

La « C. and C. » a donc réalisé un type spécial de soufflerie pour la marine, que nous représentons dans la figure 3. Ce type se construit en plusieurs dimensions variant de 45 cm à 115 cm en hauteur et pouvant fournir de 12 à 95 m³ d'air à la minute. Un certain nombre de navires de la marine des États-Unis, notamment les croiseurs *Baltimore*, *Charleston*, *San-Francisco*, *Philadelphia* et *Petrel* sont pourvus de ces souffleries.

Pour les usages courants on construit encore des moteurs-ventilateurs pouvant fonctionner sur les circuits à arc et sur les circuits de tramways et chemins de fer électriques. Nous ne pensons pas que ces derniers puissent trouver beaucoup d'applications chez nous, mais nous aimerions à voir adopter, autant pour l'utilité que pour l'agrément du public, ceux qui fonctionnent sur les circuits à incandescence ou à l'aide des générateurs divers à la disposition de l'industrie et des particuliers. Tous ces appareils sont d'ailleurs à la disposition de ceux qui voudraient se les procurer : ils ont été récemment importés en France.

A. B.

NOTES PRATIQUES A L'USAGE DES ÉLECTRICIENS AMATEURS

CONSTRUCTION D'UNE PETITE DYNAMO POUR LA GALVANOPLASTIE

Nous avons déjà donné dans la *Revue Internationale de l'Électricité* [1] les indications nécessaires pour la construction d'une petite dynamo pouvant alimenter huit lampes à incandescence de 16 bougies. Nous allons décrire maintenant une dynamo, établie sur le même plan, mais disposée pour être utilisée dans les opérations de galvanoplastie et dont la figure 1 représente l'ensemble.

Nous décrirons successivement les divers organes de cette dynamo en donnant pour chacun la manière de les construire.

Inducteur. — L'inducteur est constitué par un électro-aimant dont les deux noyaux en fonte grise portent chacun la moitié de la culasse (fig. 2). Ces deux moitiés sont réunies à l'aide de deux boulons dont on voit les têtes sur la figure 1. Les surfaces de jonction des deux moitiés de la culasse doivent être parfaitement dressées, de manière, qu'après serrage des boulons, la culasse ne forme pratiquement qu'une seule pièce.

La figure 2 est une élévation de l'électro-aimant, avant l'enroulement, vue de face et la figure 3, une élévation vue de côté.

[1] Tome V, 2e semestre 1887, p. 45.

Les dimensions à donner aux différentes parties : culasse, noyau et pièce polaire de chacune des moitiés constituant l'ensemble de l'électro sont les suivantes :

Culasse : hauteur 44,3 millimètres ; largeur de face (fig. 2), 95 mm ; largeur sur le côté (fig. 3), 172 mm.

Noyau : hauteur, 174,5 mm ; largeur de face (fig. 2), 39,5 mm ; largeur sur le côté (fig. 3), 140 mm.

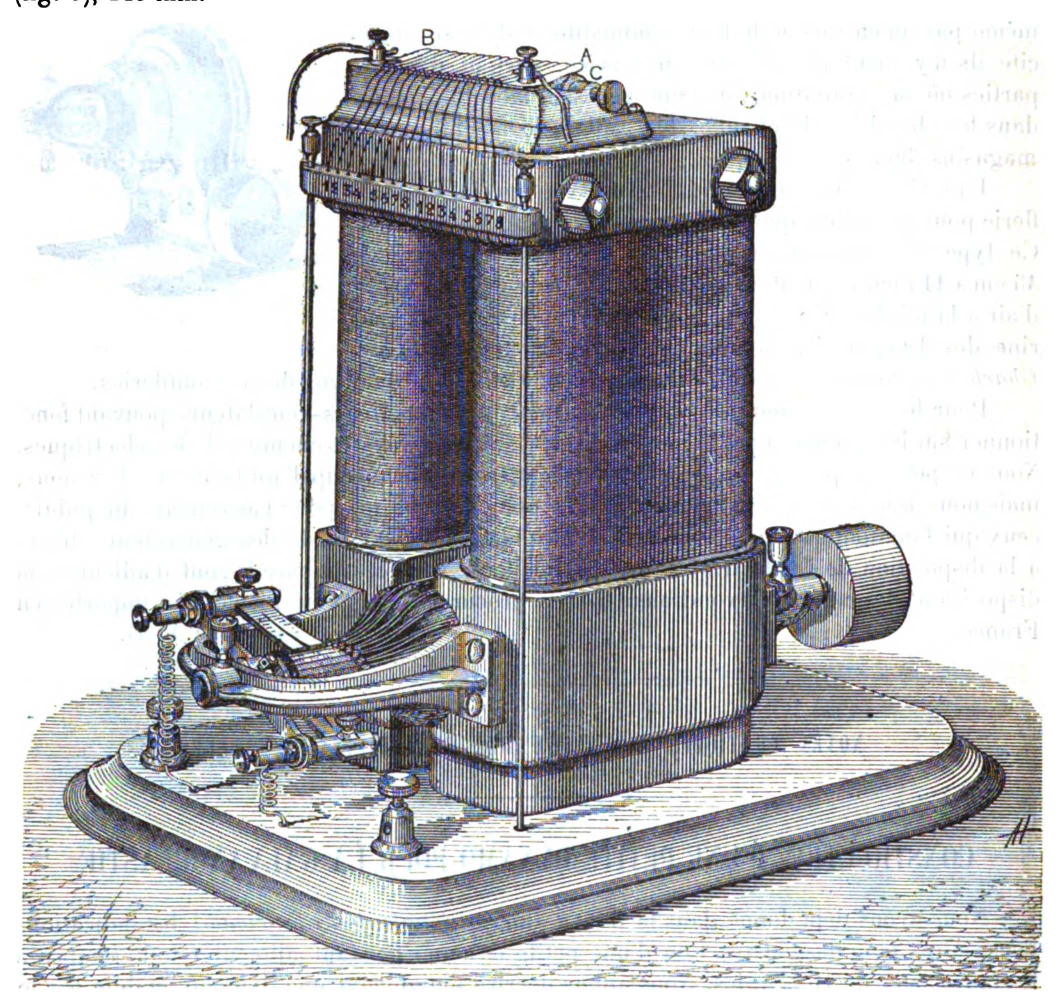


Fig. 1.

Pièce polaire : hauteur, 114,2 mm ; largeur de face (fig. 2), 76,2 mm ; largeur sur le côté (fig. 3), 172 mm.

Lorsque les deux moitiés de l'électro sont assemblées, la partie évidée des pièces polaires, en leur centre, doit avoir 92 mm de diamètre ; la distance entre les parties non évidées, en haut et en bas, est de 38 mm.

La figure 4 montre une coupe des noyaux.

Les boulons traversant la culasse doivent avoir un diamètre de 15,8 mm.

L'enroulement de l'électro-aimant est fait avec du fil de cuivre de 1 mm de diamètre recouvert de coton.

Chaque noyau porte quatre enroulements identiques, chacun d'eux formant deux

couches, comme on le voit sur la coupe (fig. 5). On commence l'enroulement du premier fil à côté de la culasse et on descend jusqu'à l'épaulement que forme la pièce polaire ; cette première couche terminée on enduit soigneusement les spires avec du vernis à la gomme-laque et on commence la deuxième couche en continuant l'enroulement du fil, toujours dans le même sens, mais en remontant vers la culasse. On laisse émerger une certaine longueur de fil au commencement et à la fin de chaque enroulement pour pouvoir établir les communications qui seront indiquées plus loin.

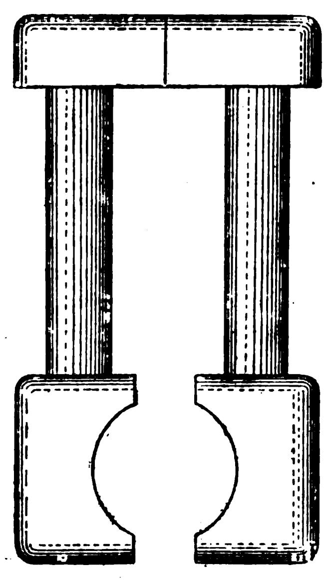


Fig. 2.

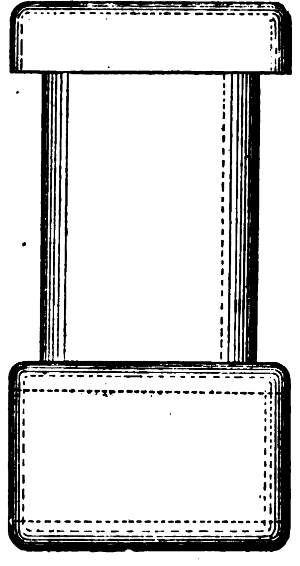


Fig. 3.

Le premier enroulement ainsi terminé, on procède à l'embobinage du second, puis du troisième et enfin du quatrième, toujours de la même manière et en enduisant chaque couche de vernis à la gomme laque.

Il est plus facile d'effectuer cet embobinage à l'aide d'un tour. Le poids total du fil enroulé sur l'inducteur est d'environ 5.450 kg.

L'inducteur est complété par un coupleur qui se place sur la partie supérieure de la culasse et qui permet de régler à volonté le courant fourni par la machine en modifiant le groupement des circuits de l'électro-aimant.

Ce coupleur se compose d'un cylindre en bois C (fig. 6) pouvant tourner dans des coussinets, placés sur un cadre en bois que l'on fixe sur la culasse de la dynamo.

Deux anneaux en cuivre sont montés, un à chaque extrémité du cylindre, et reçoivent la butée des ressorts A et B que l'on met en communication directe avec les balais, à l'aide d'un fil de cuivre de 7 mm environ de diamètre.

Entre les anneaux, sur lesquels frottent les ressorts A et B, on dispose, sur le cylindre de bois, quatre rangées de plaques.

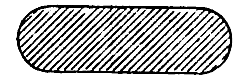


Fig. 4.

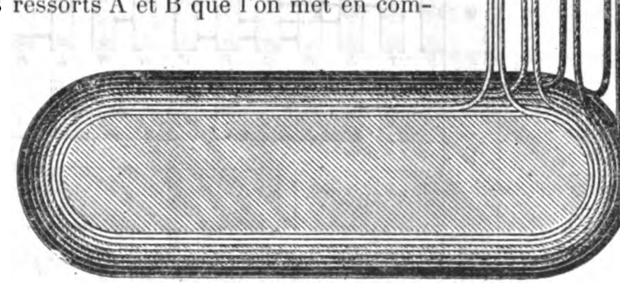


Fig. 5.

Pour faciliter l'intelligence de la description, on a montré, sur la figure 7, le cylindre développé.

Les anneaux en cuivre montés sur les extrémités du cylindre sont représentés en C et D. A et B sont les ressorts qui frottent sur ces anneaux par une de leurs extrémités,

tandis que l'autre est fixée sur une traverse en bois. Les bornes *c* et *b* servent à fixer les conducteurs allant aux balais.

Deux séries de ressorts sont fixées sur la traverse en bois. L'extrémité libre de ces ressorts appuie sur le cylindre. Aux ressorts 1, 2, 3 et 4 de chaque série, on attache le commencement de chacun des quatre enroulements d'une bobine; aux ressorts 5, 6, 7 et 8, on fixe les terminus des mêmes enroulements.

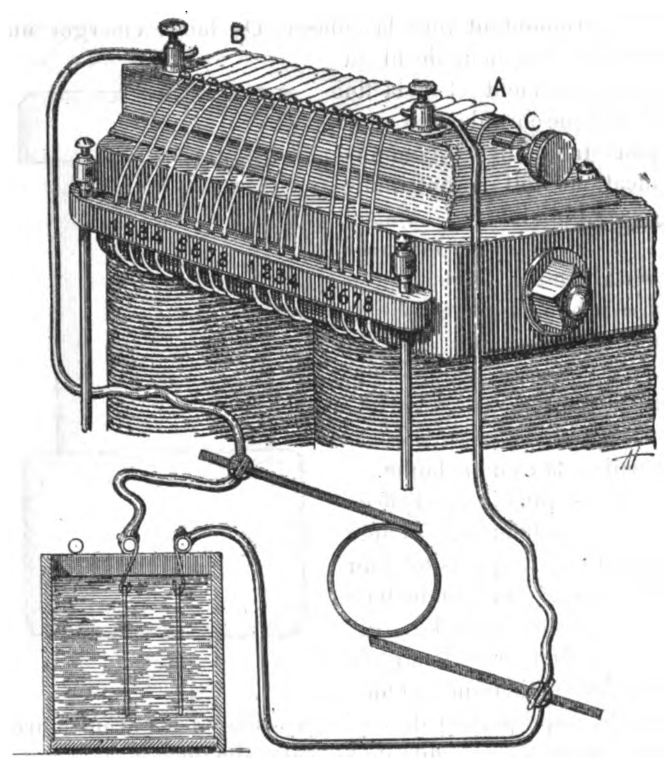


Fig. 6.

Lorsque le coupleur est dans la position montrée par la figure 7, le courant de la dynamo arrive à la borne *c* du ressort A, traverse l'anneau C et va à la plaque *c* qui est reliée à cet anneau ; comme la plaque *c* est reliée directement à la plaque *c'* par une communication (lame ou fil) métallique, noyée dans l'épaisseur du bois, le courant entre en même temps dans les quatre enroulements de chaque bobine par les extrémités 5, 6, 7 et 8. Après avoir parcouru les quatre enroulements, le courant arrive aux extrémités 1, 2, 3 et 4 de chaque bobine et, par

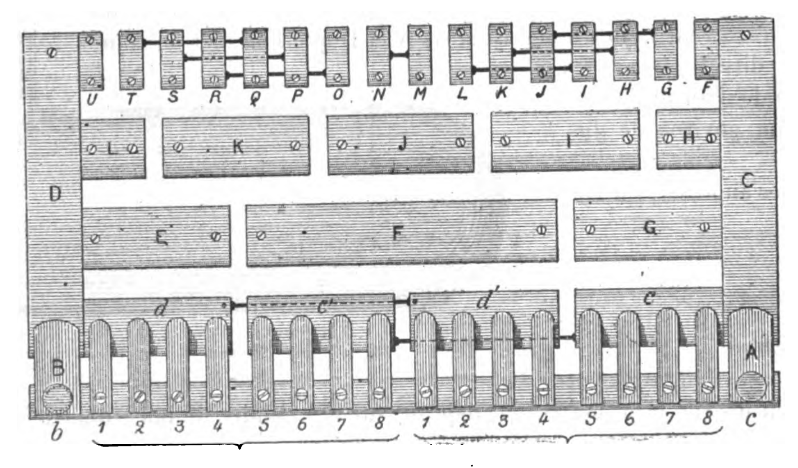


Fig. 7.

conséquent, aux ressorts correspondants; ceux-ci appuient sur les plaques *d* et *d'* du coupleur, reliées entre elles de la même manière que les plaques *c* et *c'*, et, comme *d*

communique avec l'anneau D, le courant sort de l'inducteur par le ressort B, la borne *b*, le conducteur extérieur et l'autre balai de la dynamo. Dans ces conditions, les quatre enroulements de l'inducteur sont montés en quantité.

Si on fait tourner le cylindre de manière à amener les plaques E, F, G au contact des ressorts, le mode d'excitation sera changé. Le courant passera d'abord dans les quatre enroulements d'une des bobines pour aller ensuite dans les quatre de l'autre bobine. Autrement dit, les enroulements de chaque bobine seront disposés en quantité et les deux bobines seront montées en tension.

Lorsque les ressorts seront amenés au contact des lames H, I, J, K, L formant la troisième rangée de plaques, on aura deux enroulements montés en quantité et deux en tension dans chaque bobine, les deux bobines étant également en tension.

Enfin lorsque la quatrième rangée de plaques F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U sera en communication avec les ressorts, les huit enroulements (quatre sur chaque bobine) seront tous disposés en tension.

(*à suivre.*)

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Installation électrique de la Société des mines d'or de Faria (Brésil)

par M. de Bovet

M. de Bovet donne la description de l'installation qui a été étudiée par la Société des mines d'or de Faria (Brésil), pour l'exploitation d'une mine qui se trouve dans une région éloignée, très dépourvue de ressouces et où l'on n'avait à sa disposition que des ouvriers inexpérimentés. Par suite on a voulu n'employer que des appareils d'un fonctionnement sûr et éprouvé et d'un maniement facile.

Les transmissions électriques conviennent parfaitement à la réalisation d'un semblable programme et elles présentent, en outre, l'avantage d'être d'une extrême souplesse et faciles à installer et à entretenir.

Il indique quelle est la situation géographique et la constitution géologique des mines de Faria et donne sur le mode d'exploitation qui a été adopté quelques indications nécessaires pour faire comprendre pourquoi et comment on a été conduit à faire usage des transmissions électriques.

Les électriciens étant encore plus rares à Faria que les mécaniciens, on a décidé que l'organisation serait faite de façon que la partie électrique fût le plus possible soustraite à l'action des ouvriers. Dans ce but, on admit en principe que les services de l'extraction et de l'épuisement seraient indépendants l'un de l'autre et que le mécanicien de l'extraction ne devrait pas avoir à toucher à la ligne, ni à la dynamo pour faire les manœuvres. M. de Bovet explique par quelles considérations on a été amené à adopter cette solution et à employer comme moteurs des turbines légères de préférence à des roues à augets quoique celles-ci puissent se construire sur place.

Dans les conditions où l'on se trouvait, le programme adopté comportait:

1° Deux transmissions entièrement distinctes, l'une pour l'extraction, l'autre pour l'épuisement;

2° La manœuvre du treuil d'extraction au moyen d'embrayages mécaniques sans rupture de circuit, les dynamos tournant toujours et le mécanicien de l'extraction n'ayant pas à y toucher;

3° La possibilité de doubler la puissance disponible, en doublant le nombre des génératrices et réceptrices et en les couplant en tension, de façon à n'avoir rien à modifier ni à la ligne, ni à la vitesse des appareils;

4° L'emploi de génératrices et de réceptrices identiques;

5° L'emploi comme moteurs de turbines à axe horizontal commandant les dynamos au moyen d'une courroie;

6° L'emploi de lignes de transmissions aériennes, en câbles nus, et l'installation d'une ligne téléphonique entre le puits et les machines génératrices.

M. de Bovet donne ensuite la description du matériel d'extraction. On voulait, dès le début, être en état de faire une extraction de 50 t. par jour dans un puits d'une profondeur de 40 m. On décida qu'il faudrait pouvoir extraire les 50 t. pendant la journée, de façon qu'il fût possible de doubler l'extraction en prolongeant le service pendant la nuit.

Il décrit le treuil disposé de façon à pouvoir recevoir deux réceptrices, la seconde étant destinée à donner la puissance suffisante dans le

cas où l'on doublerait la charge à chaque voyage dans le puits, de telle sorte que la capacité d'extraction restât la même dans l'avenir à 80 m de profondeur.

Dans ce service d'extraction, les périodes d'arrêt représentent un temps total beaucoup plus long que les périodes de marche effective; pendant ces périodes, les moteurs et dynamos doivent tourner à vide, produisant un travail inutile qu'il faut absorber, en ayant soin surtout d'éviter que la suppression de la charge, lors des débrayages, provoque des accroissements de vitesse qui, mauvais en eux-mêmes, le seraient d'autant plus, dans l'espèce, qu'ils conduiraient à faire ensuite des manœuvres d'embrayages sur un arbre tournant à une vitesse excessive. On arrive à obtenir un résultat satisfaisant en faisant usage d'un rhéostat capable d'absorber la quantité de travail arrivant au puits, moins la quantité nécessaire pour maintenir en marche la réceptrice, et et en le disposant de telle façon qu'il soit introduit dans le circuit par les manœuvres de débrayages, ce rhéostat étant, de plus, fractionné et le moteur muni d'un régulateur sensible.

M. de Bovet passe à la description du matériel d'épuisement qui se prête beaucoup plus facilement que le matériel d'extraction à l'emploi de transmissions électriques, puisqu'il s'agit d'un travail essentiellement régulier et d'un fonctionnement continu et toujours dans le même sens.

L'avantage principal des transmissions électriques pour l'épuisement des puits est de faire disparaître, de l'ancien matériel dont on faisait généralement usage pour l'épuisement des puits de mines, tout l'attirail lourd et encombrant des tiges oscillantes. Tout en conservant, comme cela est naturel, la pompe foulante, on se trouve dans d'excellentes conditions en faisant usage de pompes à plusieurs corps avec des pistons de petit diamètre et à marche rapide; soit, par exemple, trois ou six pistons montés sur des manivelles à 120°, soit encore deux ou quatre pistons montés sur des manivelles à 90°. C'est cette dernière disposition qui est employée à Faria.

Quant aux moteurs, on fit usage, pour l'extraction et pour l'épuisement, de turbines de 20 chevaux munies d'un régulateur.

La commande des dynamos génératrices se fait au moyen de courroies de coton, ce qui ne pouvait présenter aucun inconvénient pour le service de l'épuisement et n'en présentait pas davantage pour l'extraction, le treuil étant muni de freins automatiques d'un fonctionnement très sûr.

Les dynamos employées sont toutes des machines Gramme type supérieur, à excitation en série. Les génératrices et les réceptrices sont identiques, et, afin d'éviter toute erreur et toute difficulté dans la marche, on a décidé que toutes tourneraient toujours dans le même sens, quitte à faire convenablement les attaches des fils.

Toutes les dynamos ont été établies d'une façon très large, de sorte que l'on pourrait, tout en restant dans des limites de prudence parfaitement admissibles, faire absorder aux génératrices un tiers en plus au moins du travail qu'elles produisent en marche normale.

Le pays étant sujet aux orages d'une extrême violence, l'installation électrique a dû être munie de parafoudres.

M. de Bovet termine sa communication en indiquant les résultats avantageux que l'on a obtenus en faisant usage aux mines de Faria des transmissions électriques dont les points essentiels sont résumés ci-dessus.

(*Société des Ingénieurs civils, séance du 15 mai 1891.*)

Expériences publiques sur les courants alternatifs à haute tension, exécutées à l'usine de MM. Siemens et Halske, à Charlottenburg (Berlin).

Après le retentissement des essais de Deptford et des expériences d'Oerlikon, MM. Siemens et Halske ont à leur tour voulu faire connaître les résultats de leurs observations sur les courants de haute tension. Ils avaient réuni dans ce but la Société des Électriciens de Berlin dans leur usine de Charlottenburg, le 7 avril dernier.

Pour produire les courants qui devaient servir aux expériences, on avait disposé une dynamo à courants alternatifs de 25 chevaux, excitée par une batterie d'accumulateurs. La tension de 1 000 volts du courant fourni par cette machine était transformée en 20 000 volts par un transformateur; un autre pouvait réduire à nouveau les 20 000 volts à 1 000. Un troisième transformateur pouvait opérer une nouvelle réduction de 1 000 à 100 volts.

La séance fut ouverte par une conférence de M. le Dr Köpsel sur les moyens d'isolation et les câbles pour hautes tensions. « Le caoutchouc vulcanisé, dit l'orateur, doit être employé à peu près à l'exclusion de toute autre matière; il doit de plus subir une préparation spéciale. Après deux années de recherches à cet égard, MM. Siemens et Halske ont adopté un mode particulier de préparation qui rend le caoutchouc propre à supporter des tensions extrêmement élevées sous une faible épaisseur. » Une plaque de 1,5 m d'épaisseur, ainsi préparée, fut soumise sous les yeux des assistants à la tension de 20 000 volts sans être percée par le courant et sans donner absolument aucun signe d'altération. Plusieurs câbles furent présentés ensuite à l'assemblée; le courant de 20 000 volts resta sans effet sur l'un; l'enveloppe de l'autre ne fut percée qu'après que le courant eut dépassé 16 000 volts.

Pour que l'assistance pût juger du fonctionnement des isolateurs à ceinture d'huile, dont il a été souvent question depuis quelque temps, on

avait disposé à l'extérieur des ateliers une ligne assez longue, montée sur les isolateurs de ce genre. Avant de la mettre en charge, le conférencier, voulant rendre palpable le degré de la tension, fit passer le courant, au sortir des bornes du transformateur-multiplicateur de 1 000/20 000 volts par une série de 200 lampes à incandescence ordinaires et fit forcer le courant excitateur de la dynamo jusqu'à ce que l'éclat des lampes atteignît son degré normal. Chaque lampe prenant 100 volts, il était clair qu'à ce moment le courant possédait une tension de 20 000 volts au sortir du transformateur. Après cette démonstration préalable, le courant fut dirigé sur la ligne extérieure, dont le circuit finissait par rentrer dans la salle de conférences pour aboutir au transformateur-réducteur de

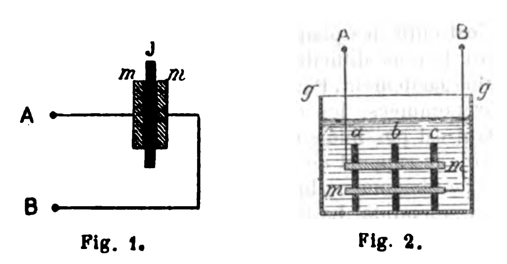


Fig. 1. Fig. 2.

20 000/1 000 volts. Au sortir de celui-ci, le courant subissait une seconde réduction dans le transformateur-réducteur de 1 000/100 volts, et s'en allait alimenter une série de lampes à incandescence montées en dérivation. L'expérience réussit on ne peut mieux, malgré la pluie qui tombait à torrents.

Dans une autre série d'expériences, M. le Dr Zickermann montra la force énorme de pénétration des hautes tensions en faisant agir successivement le courant sur diverses matières isolantes solides et liquides. L'appareil employé par M. Zickermann pour expérimenter les solides est représenté (fig. 1) ; il se compose de deux plaques métalliques *mm*, reliées aux bornes AB du transformateur-multiplicateur de 1 000/20 000 volts, et entre lesquelles on introduit une plaque J de la matière à éprouver. Pour que le transformateur ne fût pas endommagé par la formation du court circuit, si la matière à l'essai venait à se percer, les 200 lampes en série étaient intercalées derrière l'appareil ; elles signalaient de plus le moment de la pénétration en s'allumant. Un morceau de carton de 1 mm fut percé à 2 000 volts. Une plaque de verre de même épaisseur tint bon jusqu'à 10 000 volts ; à ce moment apparut tout autour des disques de laiton une auréole brillante de petits rayons, accompagnée de crépitements.

Pour les liquides, le conférencier se servit de l'appareil (fig. 2), où deux plaques de laiton *mm* peuvent être écartées ou rapprochées au moyen de trois vis en ébonite *a*, *b*, *c*, dans l'intérieur de l'auge en verre *gg*. L'auge est remplie du liquide à éprouver, et les plaques *mm* sont reliées aux bornes du multiplicateur de tension. C'était surtout l'huile, dont il a tant été question depuis quelque temps, qu'il était intéressant d'essayer. Les expériences de M. Zickermann montrèrent qu'elle possède en effet à un haut degré le pouvoir isolant, mais que si la pénétration vient néanmoins à se produire le pouvoir isolant s'abaisse énormément. Après avoir, par exemple, résisté jusqu'à 20 000 volts, l'isolation cessait à 4 000 volts dans une seconde expérience. La cause est facile à comprendre. Si le courant parvient à passer à travers l'huile, elle est décomposée, brûlée au point de passage, et les bulles d'acide carbonique qui restent emprisonnées dans le liquide offrent désormais un chemin au courant. L'aspect trouble de l'huile à la place où le courant a passé donne à lui seul une preuve suffisante de cette décomposition.

Une question intéressante, celle de la distribution du potentiel aux différents points du transformateur, fut ensuite abordée par M. Zickermann. Pour rendre cette distribution visible, on avait suspendu à une barre d'ébonite *xy* (fig. 3) un certain nombre de couples de bandes de feuilles d'étain formant électroscope. En mettant en communication trois de ces électroscopes avec les points A, B et C de l'enroulement du transformateur, on voit diverger ceux qui correspondent aux extrémités de l'enroulement, tandis que l'électroscope relié au milieu ne bouge pas. En

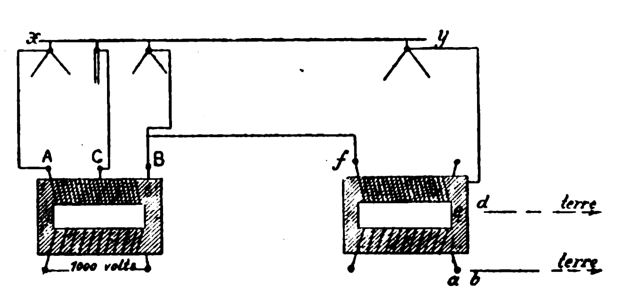


Fig. 3.

d'autres termes, le potentiel est positif en A, négatif en B et nul en C.

Si maintenant l'on relie l'un des pôles d'un second transformateur au premier par le conducteur B*f*, on peut tirer de fortes étincelles aussi bien du corps du transformeur isolé de *f* que de l'autre enroulement. La grandeur de ces étincelles est proportionnée au potentiel en B ; il suffit, pour les faire jaillir, d'approcher un fil

relié à la terre, soit du corps en fer (comme en *ed*),

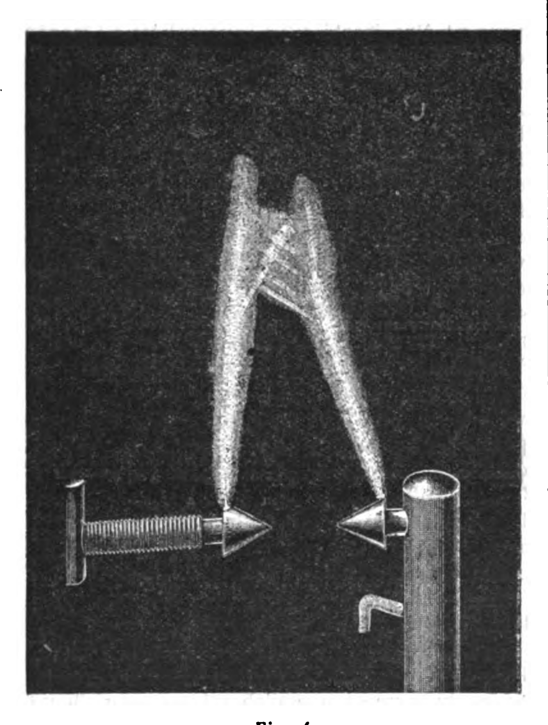


Fig. 4.

soit de l'autre enroulement (comme en *ab*). Un électroscope en communication avec l'un ou l'autre de ces deux points accuse de même l'existence d'une tension. Enfin, la distribution du potentiel sur l'enroulement du premier transformateur est encore accusé très nettement par les différences d'éclat dans la série de lampes. Dans les lampes voisines des deux bornes, les filaments subissent une vibration très vive et si forte qu'ils tremblent jusqu'à toucher le verre. Dans celles du milieu, au contraire, où le verre et le filament ont le même potentiel — celui de la terre — la vibration est à peine perceptible.

La conférence de M. Zickermann se termina par une série d'expériences sur le saut des courants de haute tension dans l'air entre deux électrodes. Des plaques, des boules et des pointes furent prises successivement comme électrodes. C'est entre les plaques que le saut du courant se fait le plus difficilement, et entre les pointes le plus facilement. Pour les trois espèces de surfaces prénommées, les distances jusqu'auxquelles le saut est possible sont, à égale tension du courant, dans le rapport de 1 : 2 : 3.

Le phénomène lumineux accompagnant le saut est splendide. La figure 4, qui le représente, est faite d'après une photographie. Avec 20 000 volts de tension, on put écarter les électrodes de 107 millimètres avant que l'arc disparût. J.

(*Elektrotechnische Rundschau.*)

CHRONIQUE

L'Éclairage électrique au Conseil municipal de Paris. — Dans la séance du 9 juillet, à propos d'une note présentée par M. Maurice Binder au sujet des divers accidents imputables aux sociétés d'électricité ou à la Compagnie du gaz, M. le directeur des travaux vient déclarer que l'administration s'est préoccupée de cette question qui intéresse au plus haut point la sécurité publique. Une commission composée de savants et de spécialistes a, après de nombreuses expériences, rédigé un rapport qui sera soumis à M. le préfet de la Seine afin qu'il prenne un arrêté. Cet arrêté sera, avant sa publication, soumis à l'approbation du Conseil.

Ce rapport constate que le gaz a causé en 1889 dix-neuf accidents et en 1890 vingt accidents, que l'électricité en a provoqués en 1889, deux; en 1890, vingt-huit, et, en 1891, sept.

— A la séance du 2 juillet il a été déposé une pétition de M. Grammont, à Pont-de-Chérui, offrant de fournir à la ville de Paris les machines dynamos et transformateurs nécessaires pour l'extension et l'exploitation de l'usine municipale des Halles centrales.

Exécutions capitales par l'électricité. — L'exécution par l'électricité de quatre condamnés à mort à la prison de Sing-Sing près New-York a eu lieu dernièrement. Les quatre condamnés ont été exécutés successivement et sont morts au premier contact du courant alternatif de 3 000 volts.

L'autopsie faite immédiatement après l'exécution a montré que la mort avait été instantanée.

Exposition de Palerme. — La participation des Ingénieurs et des Industriels français dans les sections internationales d'électricité et de mécanique et au concours international de moteurs et machines-outils, qui doit s'ouvrir à Palerme en novembre, sera très importante.

De nouvelles adhésions sont annoncées au Comité français, qui s'est formé pour assurer l'organisation des sections françaises et qui se compose de Messieurs :

Mascart (E), Membre de l'Institut, Directeur du Bureau central météorologique de France, *Président.*

Berthon (Alf.), Ingénieur, Directeur de la *Société générale des Téléphones.*

Bouhey (Et.), Ingénieur-Constructeur.

Cance, Ingénieur-Electricien.

Clemançon (Ed.), Ingénieur-Electricien.

Cohendet, Ingénieur-Constructeur.

Heilmann (J.-J.), Ingénieur-Administrateur de la Société de Traction Electrique.

Hillairet (A.), Ingénieur-Electricien.

Hirsch (J.), Ingénieur, Professeur au Conservatoire National des Arts-et-Métiers.

Liébaut (A.), Ingénieur, Administrateur de la Société Centrale de Constructions de Machines.

Menier (Gaston), Manufacturier.

Mildé (Ch.), Ingénieur-Electricien.

Monnier (Dem.), Ingénieur, Professeur à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures.

Potier (A.), Membre de l'Institut, Professeur à l'Ecole Polytechnique.

Raymond, Ingénieur, Directeur de l'Ecole supérieure de Télégraphie.

Sarcia, Ingénieur, Directeur de la Société pour le travail électrique des métaux.

Weyrlin, Ingénieur, Administrateur-Délégué de la Compagnie des moteurs Niel.

Les demandes d'admission doivent être adressées, sans retard, à M. A. **Révérend**, Commissaire-Délégué pour la France, 1, Cité Gaillard, à Paris.

Distribution de force et de lumière à Oyonnax. — La Compagnie Lyonnaise d'Electricité a chargé la maison Cuénod, Sautter et Cᵉ de Genève de l'installation d'un important transport de force à Oyonnax (Ain), sur lequel voici quelques renseignements :

La force motrice est fournie par une chute de l'Oigrim, affluent de l'Ain, de 54 mètres de hauteur et d'une puissance disponible de 1 730 chevaux.

La station génératrice comprend deux groupes formés chacun d'une turbine à axe horizontal accouplée directement à une dynamo Thury de 150 chevaux, fournissant à 350 tours un courant de 105 000 watts à la tension de 2 000 volts ; ces deux génératrices sont couplées en tension.

La ligne a 8 kilomètres de longueur ; elle est formée de trois fils, deux de 6,5 mm., l'autre de 4,5 mm. de diamètre ; la perte calculée est de 10 0/0.

Deux réceptrices de 120 chevaux accouplées en tension reçoivent un courant de 1 800 volts ; elles actionnent par accouplement direct deux génératrices secondaires qui fournissent 600 ampères à 120 volts ; ce courant est destiné à distribuer la force et la lumière dans la ville d'Oyonnax, parcourue par un réseau à trois fils.

Les mesures faites ont indiqué un rendement total de 76,2 0/0. L'installation est entrée en service régulier depuis le mois de mars 1890 et n'a pas cessé de fonctionner depuis avec la plus grande régularité, malgré les froids de l'hiver passé qui ont arrêté presque sans exception toutes les installations hydrauliques de la région.

La traction électrique en France. — Nous lisons dans l'*Engineering* que le système de traction des tramways par des batteries d'accumulateurs aurait été essayé pour la première fois à Paris par M. Raffard, en mai 1881, avec un omnibus à cinquante places de la Cᶦᵉ générale. Le moteur employé avait été imaginé par M. Raffard et l'énergie nécessaire lui était fournie par une batterie de 100 éléments de la Société *Force et Lumière* de Paris.

Comme toujours : les premiers pour essayer, les derniers pour utiliser !

Éclairage électrique de la gare Montparnasse. — Les études commencées il y a deux mois, pour l'éclairage électrique de cette gare, touchant à leur fin, les travaux d'installation vont être commencés. L'électricité sera fournie par trois dynamos placées dans les sous-sols. Celles-ci devront alimenter soixante lampes de 25 à 40 carcels, dans l'intérieur de la gare, et deux lampes de 250 carcels qui seront placées une de chaque côté de la façade principale.

Exposition de Francfort-sur-le-Mein. — Un bureau de renseignements pour les visiteurs de l'Exposition en quête d'un logement a été ouvert par les soins de la direction de l'Exposition. Il se trouve à la gare principale de Francfort (Hauptbahnhof) ; les étrangers qui ne savent où descendre peuvent donc s'y rendre en arrivant et s'y procurer les adresses d'hôtels et de maisons particulières où des chambres ou appartements sont disponibles, avec les prix, etc.

L'Exposition, qui n'ouvrait ses portes qu'à 10 heures jusqu'ici, est maintenant ouverte à partir de 8 heures du matin. De 8 à 10 heures, les visiteurs doivent payer deux cartes d'entrée aux guichets.

La direction de l'Exposition nous informe que la courte durée (3 jours) du Congrès des délégués des municipalités, qui doit s'ouvrir le 26 août, ne permettant pas de leur donner des explications complètes sur toutes les questions d'électricité qui les intéressent, la direction a résolu de faire tirer et de leur remettre gratuitement un volume de 240 pages, avec de nombreuses illustrations, dans lequel ils trouveront la description de tous les modes de construction et d'installation des principales maisons. M. Uppenborn, directeur de l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, s'est chargé de régler la composition de cet ouvrage, qui sera luxueusement imprimé et relié.

Thomas Edison inventeur. — Nous lisons dans le *Bulletin international de l'Électricité* :

Combien de temps vivra encore la renommée de Thomas Edison comme inventeur ? On ne peut le prévoir, mais chaque jour amène une découverte nouvelle détruisant le prestige de son nom.

Un procès récent était intenté, en Amérique, par Edison contre une compagnie fabricant la lampe à incandescence. Le juge Wallace a accordé seulement à Edison la propriété de la fibre de bambou ; or, on sait aujourd'hui que d'autres corps sont préférables à cette fibre pour la préparation du filament.

Edison avait la prétention de revendiquer l'emploi d'un filament de charbon enfermé dans une enceinte transparente. Or, que le savant américain veuille bien se reporter aux *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, année 1849, entre autres, et il verra qu'à cette époque un savant français, M. Desprez, a utilisé un filament de charbon renfermé dans une ampoule de verre, soit vide d'air, soit pleine de gaz.

BREVETS D'INVENTION

Du 29 mars au 4 avril 1891

210282 **Trouvé et Lalung de Ferol.** — Système d'allumoir électrique à jet de gaz dit : Allumoir universel Trouvé (17 décembre 1890).

210286 **White.** — Perfectionnements dans les supports à douilles pour lampes électriques incandescentes (17 décembre 1890).

210292 **Levasseur et Plicque.** — Perfectionnements aux lampes à arc marchant sur courants continus et alternatifs (22 décembre 1890).

210348 **Société générale des Téléphones (Réseaux téléphoniques et constructions électriques).** — Nouvelle disposition de commutateur appelé communément *Spring Jack* ou *Jack Kinfe* et employé dans la construction des commutateurs multiples et ordinaires à circuits simples (*invention de M. Berthon* (19 décembre 1890).

210358 **Bardez.** — Récepteur Morse mû par un moteur électrique à déclenchement et mise en marche automatique (20 décembre 1890).

210868 **Société française d'accumulateurs (Faure, Sellon, Volckmar).** — Système de plaques électrodes pour piles électriques primaires et secondaires (20 décembre 1890).

210302 **Lemp.** — Perfectionnements dans les appareils à souder ou travailler les métaux de toute manière à l'aide de l'électricité (23 décembre 1890).

210409 **Aron.** — Appareil d'enclenchement et de déclenchement de compteurs électriques et autres instruments similaires (23 décembre 1890).

210419 **Essik.** — Système d'appareil télégraphique (24 décembre 1890).

210420 **Ferrer-Grandexer.** — Déchargeur automatique (système Ferrer) pour courants électriques (24 décembre 1890).

210436 **Ferrand.** — Régulateur automatique destiné à régulariser les courants électriques, dit *Régulateur à charbons Jules Ferrand* (29 décembre 1890).

Du 5 au 11 avril 1891

210440 **Büsser.** — Système de touage des bateaux et radeaux sur les voies de communication par eau avec emploi de l'électricité comme force motrice (26 décembre 1890).

210455 **Vigniard.** — Système d'allumoir électrique (27 décembre 1890).

210493 **Société Lacombe et Cie.** — Système de balais en charbon pour machines électriques (29 décembre 1890).

210510 **Ongley.** — Système électrique et appareils de protection et d'alarme (30 décembre 1890).

210538 **Paillard.** — Fabrication, régénération et emploi des sels de peroxyde de fer. — Traitement des minerais, production économique d'électricité (25 novembre 1890).

210552 **Wensky.** — Système de pile électrique (31 décembre 1890).

CERTIFICATS D'ADDITION

Du 22 au 28 mars 1891

202548 **Roussan.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 12 décembre 1889, pour l'application d'une nouvelle cellulose remarquablement propre à la construction des piles et accumulateurs (9 décembre 1890).

206507 **Bardon.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 19 juin 1890, pour commutateur bipolaire à contact glissant et à rupture rapide sans déclenchement spécial (10 décembre 1890).

209640 **Picard.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 19 novembre 1890, pour système de télégraphie et téléphonie simultanées sans antiinducteurs (11 décembre 1890).

209826 **Bardot.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 27 novembre 1890, pour un nouvel appareil télégraphique imprimeur ayant plusieurs de ses parties susceptibles d'être employées dans l'utilisation générale de l'électricité (15 décembre 1890).

203249 **Tommasi.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 18 janvier 1890, pour système d'accumulateur électrique multitubulaire (16 décembre 1890).

Du 5 au 11 avril 1890

186973 **Bardon.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 14 novembre 1887, pour nouveau régulateur d'éclairage électrique (19 décembre 1890).

208022 **Ortelli.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 3 septembre 1890, pour une pile électrique (19 décembre 1890).

205179 **Poirson.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 23 août 1890, pour plaque vibrante bombée pour transmetteur microphonique à charbon (23 décembre 1890).

206430 **Frédureau.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 17 juin 1890, pour perfectionnements aux conducteurs électriques (31 décembre 1890).

L'Éditeur-Gérant : Georges CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

2e Série. — Tome II. N° 31 1er Aout 1891.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LES CANALISATIONS D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DE PARIS

Conformément aux obligations imposées par le cahier des charges qui régit la matière, tous les conducteurs électriques sont souterrains.

Le mode de leur établissement diffère suivant les sociétés concessionnaires ; leur pose est soumise à un principe commun qui consiste à les loger en tranchées sous les trottoirs bordant les maisons, à une distance convenable de celles-ci, et à leur faire traverser les chaussées en galeries voûtées où un homme peut circuler. Le secteur de la place Clichy cependant supprime ces dernières.

On le sait, le territoire de la ville a été morcelé en un certain nombre de zones partant des parties ou artères centrales et allant en s'épanouissant jusqu'à la périphérie limitée par le mur d'enceinte.

Ces divisions géographiques désignées sous le nom de secteurs, pour rappeler la ressemblance lointaine de leur configuration avec la figure géométrique de ce nom, ont été dévolues aux conditions et clauses du cahier des charges à diverses sociétés concessionnaires.

Nous ne parlerons que de celles, et dans leur ordre alphabétique, qui ont exécuté des travaux ; les autres viendront en leur temps :

a) La Compagnie parisienne d'air comprimé et d'électricité;

b) La Société d'éclairage et de force par l'électricité ;

c) La Société Edison ;

d) La Société du secteur de la place Clichy.

A) côté de ces quatre groupes, se range parallèlement l'usine municipale des halles centrales.

Les précautions spéciales suivies dans les différents procédés de canalisation sont ordinairement justifiées par le genre de distribution adopté. Force nous sera de nous livrer à certaines incursions sur ce domaine particulier pour en déterminer les caractères généraux sans nous écarter trop du sujet qu'affecte le titre de cette étude.

Compagnie d'air comprimé et d'électricité

Deux usines situées, l'une rue Saint-Fargeau, l'autre au quai de la Gare, produisent l'air comprimé fourni à un premier réseau de conduites procurant la force motrice, qu'exige l'exploitation du secteur, à trois stations centrales d'électricité qui sont établies : au Retiro, à la Bourse de Commerce et dans la rue Dieu.

De chacune de ces usines émane un circuit à haute tension sur lequel sont embrochées des batteries d'accumulateurs placées dans des sous-stations.

Le réseau de charge du Retiro alimente les sous-stations suivantes :

1° Rue Saint-Honoré, 416 ;
2° Rue de l'Échelle, 2 ;
3° Rue Gaillon, 11 ;
4° Rue Saint-Augustin, 2 ;
5° Rue de la Paix, 21 ;
6° Rue Cambon, 45.

Le réseau de charge de la Bourse alimente les sous-stations ci-après :

1° Rue Étienne-Marcel, 54 ;
2° Rue Feydeau, 5 ;
3° Le théâtre des Variétés ;
4° Rue Richelieu, 108 ;
5° Le passage du Saumon ;
6° Boulevard de Sébastopol, 36 ;
7° Rue Pernelle, 8 ;
8° Bazar de l'Hôtel-de-Ville ;
9° Rue des Bourdonnais, 31.

Ces deux réseaux sont à câbles doubles et constituent chacun deux circuits parallèles

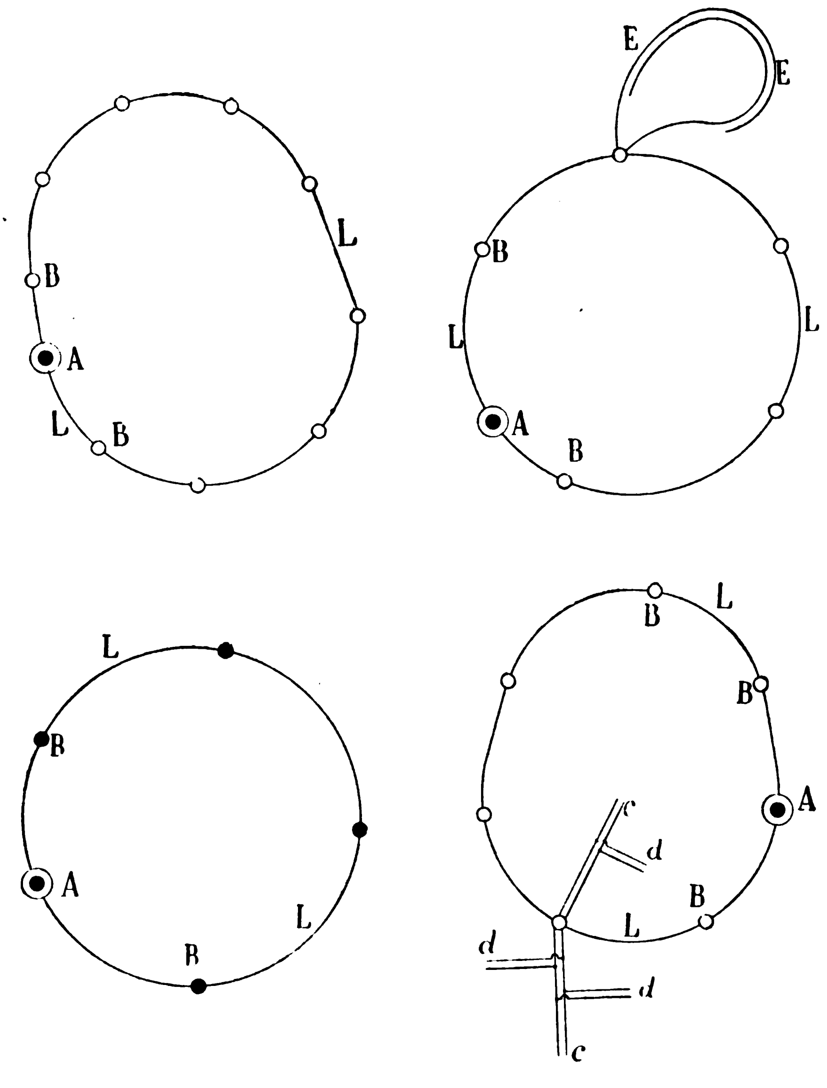


Fig. 1.

AAAA. — Stations de charge.
BBB... — Sous-stations en tension.
cc. — Circuit rayonnant.
dd. — Branchements d'abonnés.
EE. — Circuits en boucle.
LLL... — Circuits de charge.

prenant ou négligeant les batteries de certaines stations dans lesquelles ils sont mis en court circuit par le commutateur général. Cette disposition a pour but d'équilibrer en temps normal les différentes sous-stations, suivant le besoin de l'exploitation, et de permettre des groupements provisoires en cas d'accidents sur les lignes.

Le troisième réseau de charge, dépendant de la rue Dieu, est à câble simple et traverse les sous-stations suivantes :

1° Rue Turbigo, 83 ;
2° Rue Bourg-l'Abbé, 9 ;
3° Passage Lemoine ;
4° Rue d'Hauteville, 4 ;
5° Boulevard Voltaire, 13.

Enfin une quatrième usine qui marche actuellement à la vapeur, sise boulevard Richard-Lenoir, est pourvue de deux circuits de charge dont l'un alimente les sous-stations :

1° Rue Malher, 6 ;
2° Rue de la Verrerie, 20.

Et l'autre parcourt les deux sous-stations :

1° Boulevard Beaumarchais, 70 ;
2° Rue de Franche-Comté, 6.

Ces quatre réseaux forment des circuits complètement séparés, autonomes ; néanmoins, ils ont des régions de rapprochement ou même de tangence où des câbles auxiliaires, dits câbles morts, établissent entre les réseaux voisins des communications qui, en marche régulière, sont coupées, mais qui donneraient la faculté, en cas d'accident sur l'un quelconque de ces réseaux, de l'alimenter par l'un des autres.

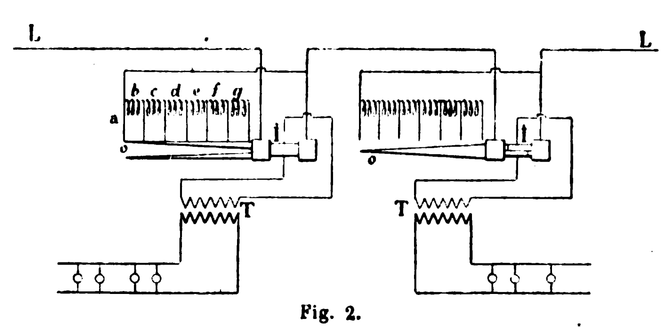


Fig. 2.

Le courant de charge est maintenu à une intensité constante de 200 ampères ; sa tension varie en raison directe du nombre des accumulateurs mis en charge, elle peut atteindre 2 400 volts.

Les batteries d'accumulateurs dans chaque poste sont au nombre de deux, pour que la permanence de décharge soit assurée à la canalisation secondaire sur laquelle sont branchés les circuits d'abonnés.

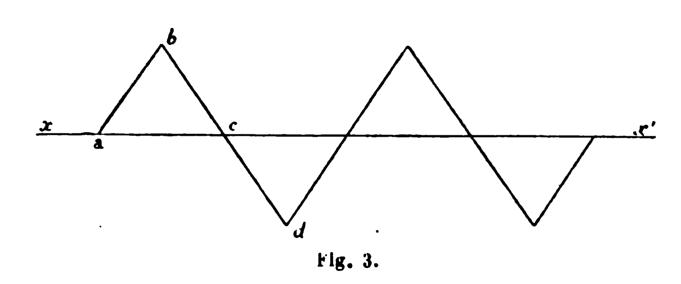


Fig. 3.

La canalisation secondaire est établie de deux façons différentes. Dans les quartiers du centre de la ville, elle consiste en circuits rayonnant autour de la sous-station, d'une longueur d'environ 250 mètres, sur lesquels viennent se greffer les installations particulières ; l'excès de charge chez les abonnés les plus voisins du poste est absorbé par des rhéostats faisant partie intégrante de l'installation.

Toutes les sous-stations du réseau du Retiro, de la Bourse de Commerce, ainsi que les sous stations suivantes des autres réseaux : rue de Turbigo, rue Bourg-l'Abbé, passage Lemoine, sont établies sur ce principe.

Toutes les autres stations, situées vers les quartiers périphériques, alimentent des circuits en boucle, les deux conducteurs de chaque polarité faisant retour sous le trottoir opposé de la rue, de façon à desservir les deux côtés. Les conducteurs qui les constituent sont des câbles nus, placés dans des caniveaux sur isolants en porcelaine.

Les câbles de charge, de même que ceux des circuits rayonnants, sont isolés par une couche de caoutchouc, recouverte d'une enveloppe de protection en plomb et d'une garniture en chanvre. Les premiers sont doués d'un isolement très élevé : leur prix atteint

20 000 fr. le kilomètre ; le prix des seconds est moindre, il est de 16 000 fr. le kilomètre.

L'idée génératrice du mode de distribution adopté et les dispositions qui en découlent sont schématiquement résumées dans l'ensemble de la figure 1. L'étude générale a été faite sous les inspirations de M. Solignac.

Ce nom évoqué nous rappelle que nous avons à compléter l'exposé de l'économie du secteur par une simple indication. Il serait question de faire usage, parallèlement aux accumulateurs, de transformateurs à courants alternatifs. Et comment ? Par l'entremise d'un appareil conçu par M. Solignac, et désigné par lui sous le nom d'onduleur, qui a pour but d'employer des transformateurs sur des courants continus.

Nous avons vu fonctionner cet appareil à l'Exposition du centenaire de 1889 ; il alimentait des bougies Jablochkoff par des transformateurs Gaulard et Gibbs au moyen d'un courant obtenu par une dynamo à courant continu. Nous ne sommes aucunement fixé sur le rendement de cet intermédiaire ; à nos yeux, il possède une qualité qui nous plaît beaucoup : il est doté d'un nom charmant.

Quoi qu'il en soit — si notre mémoire ne nous trompe — le principe dominant consiste à placer deux transformateurs dans les sous-stations, à mettre en dérivation de chaque transformateur un onduleur et, dans la branche des transformateurs, un inverseur de courant.

L'onduleur est une sorte de commutateur rotatif qui intercale en dérivation du premier transformateur une série de résistances qui vont du court circuit à l'ouverture complète de la branche de l'onduleur, de sorte qu'au moment du court circuit indiqué en *a* dans le diagramme (fig. 2) il ne passe aucun courant dans le transformateur correspondant, tandis qu'il est entier dans le deuxième transformateur et dans la ligne.

Au fur et à mesure de la rotation de l'onduleur, les résistances *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g* sont intercalées en dérivation du transformateur ; l'intensité s'accroît dans celui-ci suivant la courbe *a b* (fig. 3) jusqu'au moment de l'ouverture complète où il reçoit tout le courant, ce qui correspond au sommet *b* de la courbe.

La marche continue de l'appareil supprime successivement la série des résistances *g*, *f*, *e*, *d*, *c*, *b* jusqu'à l'instant où, derechef, le transformateur est en court circuit. Ce moment est mis à profit pour inverser les pôles du transformateur et ensuite une nouvelle courbe *c d* est engendrée en-dessous de l'axe des *x*.

L'onduleur est toujours double, de telle sorte qu'un transformateur se trouvant en court circuit, l'autre soit sans dérivation, afin d'équilibrer le travail sur la machine.

(*à suivre.*) E. Dieudonné.

SUR LA CHARGE A POTENTIEL CONSTANT DES ACCUMULATEURS
ET L'EMPLOI DES DYNAMOS COUMPOUND[1]

On a beaucoup préconisé dans ces derniers temps, et avec juste raison, la charge à voltage constant des batteries d'accumulateurs.

Les avantages de cette méthode de charge sont considérables ; ils ont été indiqués dernièrement, avec chiffres à l'appui par M. Hospitalier dans la séance du 4 février 1891 de la Société internationale des électriciens.

Nous résumons brièvement ces avantages et ces chiffres :

1° La charge à voltage constant des accumulateurs permet d'éviter le dégagement exagéré des gaz et par suite la perte d'énergie qui en résulte ;

[1] D'après M. Geo. Hopkins (*Scientific American Supplement*).

2° Elle donne la certitude de ne pas surcharger les accumulateurs et demande moins de surveillance que la charge à intensité constante ;

3° La rapidité de charge est beaucoup plus grande : ainsi on a pu fournir à une batterie de 52 éléments Gadot chargés au potentiel constant de 2,3 volts par accumulateurs :

50 0/0 de la charge totale après la première heure
75 0/0 — — — — deuxième —
83 0/0 — — — — troisième —

4° On peut abaisser, dans une notable proportion, le voltage maximum que doit donner la dynamo ; dans les essais de M. Hospitalier, une batterie de 52 accumulateurs a exigé un voltage constant de $52 \times 2,3 = 120$ volts. En chargeant à intensité constante, le voltage final aurait atteint $52 \times 2,6 = 135$ volts.

Nous poursuivons depuis quelques mois des essais dans ce sens ; ils portent sur une batterie de 66 accumulateurs de la Société pour le Travail électrique des métaux, chaque élément comprenant 90 kilogrammes de plaques.

Le tableau ci-dessous résume six de nos expériences. La première colonne, donne les nombres d'ampères-heure emmagasinés après la première heure de charge ; la deuxième fait connaître ce que sont devenus ces nombres après la deuxième heure, et ainsi de suite. Pour des raisons de service, les durées de charge ont été uniformément de huit heures, ne permettant pas d'utiliser la capacité complète de la batterie.

Ampères-heure emmagasinés après une durée de :

NUMÉROS des essais	1 h.	soit :	2 h.	soit :	3 h.	soit :	4 h.	soit :	8 h.
1	395	51 0/0	558	72 0/0	631	84 0/0	666	86 0/0	775
2	465	50 0/0	679	73 0/0	762	82 0/0	790	85 0/0	930
3	551	52 0/0	805	76 0/0	890	84 0/0	911	87 0/0	1060
4	500	51 0/0	735	75 0/0	813	83 0/0	843	86 0/0	980
5	409	49 0/0	603	72 0/0	686	82 0/0	712	85 0/0	835
6	604	53 0/0	843	74 0/0	946	83 0/0	992	87 0/0	1140

On peut voir, par ces chiffres, que la durée totale de la charge n'est guère diminuée. L'intensité, très importante au début (8 à 10 ampères par kilogramme de plaques), diminue d'une façon constante, suivant exactement l'augmentation de la force contre-électro-motrice de la batterie.

Quoi qu'il en soit, l'avantage de pouvoir fournir à une batterie 85 à 87 0/0 de sa charge totale, en quatre heures, est incontestable, car on peut le plus souvent se contenter de cet emmagasinement ; il suffit de prévoir des batteries un peu plus puissantes qu'il n'est nécessaire, pour que le service exigé puisse être effectué.

Le plus souvent les accumulateurs sont chargés lorsque la consommation extérieure de l'usine d'électricité est faible ou nulle, et il est rare que l'on puisse leur consacrer un grand nombre d'heures, surtout lorsque l'on ne possède pas de matériel supplémentaire, les machines étant utilisées pour la charge à leurs moments perdus, si l'on peut parler de la sorte. Dans ces conditions, la possibilité de fournir, en trois ou quatre heures, aux accumulateurs 85 à 87 0/0 de leur charge normale présente un avantage incontestable.

La grande densité de courant que l'on observe au début de la charge (8 à 10 ampères

par kilogramme de plaques) peut paraître exagérée et compromettante pour la durée des éléments, si l'on se reporte aux prescriptions généralement admises qui indiquent le chiffre de 1 à 2 ampères. Cette exagération n'est cependant pas à redouter, si l'on considère qu'au début de la charge la matière active présente toutes ces molécules à la transformation. Il n'en est plus de même à la fin de l'opération, et nous estimons qu'une densité de 1 à 2 ampères par kilogramme est à ce moment trop forte. On arrive à faire gazer inutilement les plaques ce qui a pour effet et de dissiper de l'énergie en pure perte et de faire souffrir les plaques.

Si, au lieu d'envisager la capacité totale d'un accumulateur, capacité qui permet d'emmagasiner un certain nombre d'ampères-heure au bout d'un temps donné, nous la décomposons en capacités partielles correspondant à des temps égaux, nous remarquons que ces capacités sont loin d'être les mêmes ; leur somme est bien égale à la capacité totale, mais ces capacités élémentaires suivent la loi inverse des états d'avancement de la charge.

La charge à intensité constante est donc irrationnelle, car elle ne profite pas de l'aptitude variable que les molécules de matière active présentent à la transformation. Cette aptitude plus grande au début qu'à la fin de la charge justifie pleinement l'emploi du potentiel constant.

Dans cette dernière méthode, l'indice de la fin de la charge est très net; l'intensité du courant diminue et devient nulle, lorsque la force contre-électro-motrice correspond à 2,3 par élément; à ce moment on peut l'élever à 2,4 et arrêter dès que l'intensité redevient sensiblement zéro. Lorsque, au contraire, on charge à intensité constante, l'incertitude est très grande et on est obligé de s'en rapporter à des renseignements peu comparables et variables avec le débit adopté ; forcément on surcharge les batteries.

Voyons maintenant comment on gouverne les dynamos dans les deux procédés.

Dans le cas de l'intensité constante, on emploie des machines shunt ou l'on utilise seulement l'excitation en dérivation des machines compound. Il faut alors intercaler un rhéostat sur les inducteurs, de façon à pouvoir surélever le potentiel, au fur et à mesure de la baisse d'intensité. C'est un assujettissement dont on peut se débarrasser, il est vrai, en rendant automatique la manœuvre du rhéostat, quoique ceci ne soit pas très facile.

Si la machine est compound et fonctionne en shunt, l'inconvénient est le même, et on rencontre de plus une autre difficulté : la puissance de la machine est fortement abaissée, car le voltage à pleine charge est moindre, à cause de la forme de la caractéristique des dynamos shunt; de plus, on ne peut faire débiter à la machine son intensité maximum, car, le champ étant moins puissant, privé du renfort dû à l'excitation série et les réactions d'induit sur ce champ ne diminuant pas, on ne peut arriver à tenir les balais convenablement ; ils crachent fortement, quel que soit le calage.

Ainsi dans les machines compound donnant à 700 tours un courant de 250 ampères sous 120 volts, soit 30 000 watts, nous n'avons pas pu obtenir, à la même vitesse, plus de 220 ampères sous 90 volts, soit 11 000 watts de moins, lorsque la machine fonctionnait en shunt.

C'est naturellement avec des machines compound que l'on fait la charge à potentiel constant. La surveillance est insignifiante, puisqu'il n'y a pas de rhéostat à manier et que l'intensité décroît automatiquement. Cependant, au moment de la mise en route, les machines compound nécessitent des soins particuliers.

Alors que l'inversion d'aimantation des inducteurs et, par suite, le changement de polarité de la dynamo ne sont pas à craindre lorsque l'excitation est simplement shunt, elle est à redouter lorsque les machines travaillent avec la double excitation.

Nous avons éprouvé de sérieux ennuis de ce chef, même en employant les disjoncteurs automatiques. C'est au moment de la fermeture du courant que le renversement de pôles

est à craindre ; en effet, à ce moment, la dynamo marche à vide et on vient prendre sur elle et brusquement un travail considérable ; sa vitesse se ralentit momentanément, et sa force électro-motrice peut devenir inférieure à la force contre-électro-motrice des accumulateurs. A ce moment les derniers se déchargent, l'induit peut se trouver détérioré, les courroies tomber ou se rompre, etc.

Avec les machines shunt, l'incident est plus limité, la polarité ne changeant pas ; la charge s'effectue dès que la vitesse a repris sa valeur normale. Quand les machines sont compound et que les accumulateurs ont prédominé un seul instant leur polarité est inversée.

Ces inconvénients ne sont guère à craindre en cours de marche, car si la vitesse venait à baisser à ce moment, le disjoncteur ouvrirait le circuit avant que le retournement ait pu se produire. Pour éviter l'inversion de polarité au moment de la fermeture du circuit, on peut employer plusieurs procédés. On charge préalablement la machine, en la faisant débiter sur des résistances et en substituant ensuite les accumulateurs aux résistances ; la réalisation de ce procédé est facile en employant un commutateur à deux directions.

Nous nous sommes très bien trouvé d'opérer de la façon suivante :

Les planchettes de machines compound portent trois bornes : l'une (—) commune à la marche en compound et en shunt, les deux autres (+) servant l'une en shunt, l'autre en compound. Une fiche mobile est ajoutée à la planchette et permet de mettre les deux bornes (+) en court circuit. Celui-ci doit être de très faible résistance et doit pouvoir supporter le courant maximum de la machine.

On met en route en plaçant la fiche de court circuit, la dynamo travaille alors en shunt, puisqu'il ne passe rien dans l'enroulement série ; dès que le régime normal est atteint, on retire la fiche, en marche, et la machine fonctionne immédiatement en compound.

Ainsi, la machine étant à pleine charge, on peut, en mettant ou en retirant la fiche, la faire travailler en shunt ou en compound, sans arrêt.

Il est d'ailleurs évident qu'aucune étincelle n'est à craindre, étant donné la faible résistance des enroulements série, la différence de potentiel existant entre les deux bornes (+) shunt et compound n'atteignant que rarement 1 volt.

Dans la machine dont nous parlions plus haut, l'enroulement série présente une résistance de 0,003 ohm à 250 ampères ; la différence de potentiel aux extrémités de cet enroulement est seulement $250 \times 0,003 = 0,75$ volt.

M. Aliamet.

NOTES PRATIQUES A L'USAGE DES ÉLECTRICIENS AMATEURS

CONSTRUCTION D'UNE PETITE DYNAMO POUR LA GALVANOPLASTIE

(suite et fin[1])

Armature. — La figure 8 représente l'armature terminée.

Le noyau est constitué par un cylindre de tôle maintenu à ses extrémités par deux joues en bois, comme on le voit sur la figure 9 qui montre une coupe du noyau monté sur l'arbre.

[1] Voir n° 30, p. 63.



Les dimensions à donner aux différentes pièces sont les suivantes :

Diamètre de l'arbre.	19,04 mm.
Diamètre intérieur du cylindre de tôle.	47,61 mm.
Épaisseur de la tôle.	3,2 mm.
Longueur totale du noyau, y compris les joues	153,9 mm.

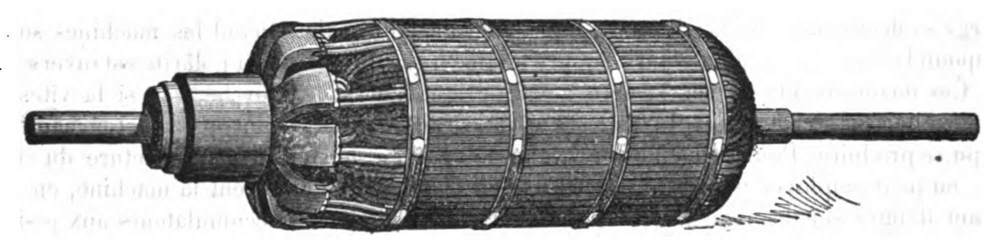


Fig. 8.

Sur la bobine en tôle ainsi obtenue, on enroule plusieurs couches de fil de fer très doux, d'un diamètre de 0,8 mm à 1 mm, de manière à obtenir une épaisseur de fil de 13,5 mm. Afin d'éviter les courants de Foucault, il faut avoir le soin de recouvrir le fil de fer d'une couche de vernis à la gomme laque, qu'on laisse sécher avant de commencer l'embobinage.

Fig. 9.

Sur le pourtour des joues en bois, à chaque extrémité du noyau, on pratique vingt rainures radiales équidistantes, dans lesquelles on insère de petits coins en bois *a* (fig. 10), destinés à assurer la séparation des spires de l'armature.

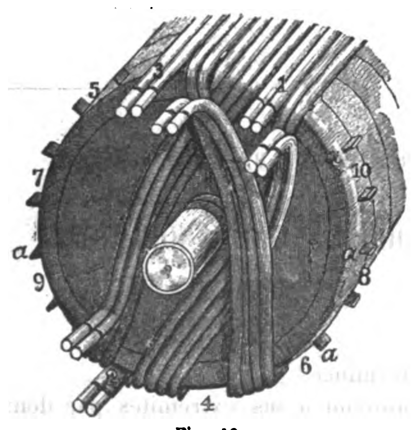


Fig. 10.

L'enroulement en tambour est effectué selon la méthode de Frölich. L'armature ne reçoit sur le noyau qu'une seule couche de gros fil avec deux tours pour chaque spire.

Pour faciliter l'enroulement, on prend deux fils recouverts parallèles de 2,58 mm de diamètre, plus maniables qu'un fil unique de section double. La longueur de chaque spire sera environ de 0,50 m.

La spire n° 1 (formée de deux fils parallèles, comme il a été dit) sera enroulée tout entière d'un même côté de l'arbre de l'armature et son point de départ ainsi que son terminus se trouveront côte à côte (fig. 10 et 11). La spire n° 2 sera enroulée de la même manière, mais devra se trouver du côté opposé de l'arbre. La spire n° 3 sera commencée sur le même côté que la spire n° 1, tout près de la spire n° 2,

mais, comme on le voit dans le bas de la figure 10, on passera un intervalle après la spire n° 1 pour y placer la spire n° 4. Celle-ci commencera et finira dans le bas, c'est-à-dire du même côté que la spire n° 2, et viendra croiser la spire n° 3 sur la face postérieure du tambour.

On continue de la même manière jusqu'à ce que les dix spires soient enroulées et en laissant les extrémités des fils dépasser, comme le montre la figure 10.

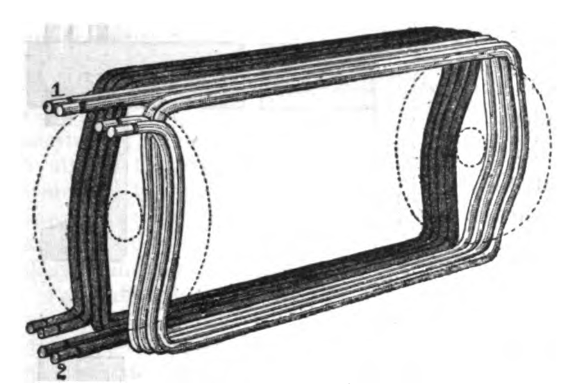


Fig. 11.

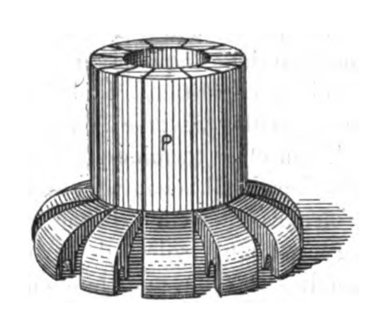


Fig. 12.

Commutateur. — Le commutateur, dont la figure 12 représente l'ensemble, comporte 10 barres ou secteurs. Chacune d'elles reçoit la fin d'une spire et le commencement de la suivante.

La construction de cet organe de la machine demande des soins spéciaux, car le bon fonctionnement de la dynamo en dépend essentiellement.

Pour construire le commutateur on prendra une pièce de bronze de la forme indiquée par la figure 12, et on la divisera en dix segments égaux.

Ces segments, soigneusement repérés, seront détachés l'un de l'autre et montés sur un manchon M, calé sur l'arbre de l'armature (fig. 13).

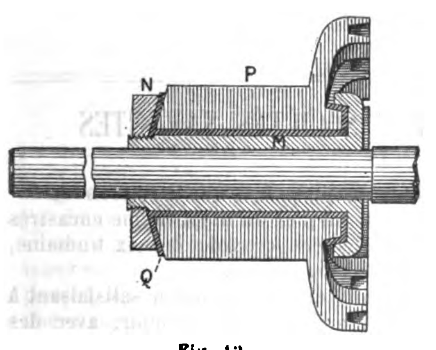


Fig 13.

Chaque segment s'engage, par une de ses extrémités, dans une rainure du manchon M, rainure garnie de matière isolante, tandis que l'extrémité libre est maintenue par un écrou N qui est vissé sur la partie filetée du manchon M.

Les segments sont isolés entre eux par des lames de mica ; ils sont également isolés du manchon M par un tube en ébonite ou en fibre vulcanisée et de l'écrou N par une rondelle de même substance.

Chaque segment est terminé par une partie en forme de crochet dans laquelle sont ménagées des cavités qui servent à recevoir les extrémités des spires que l'on y fixe par soudure.

Support de l'armature. — Les tourillons de l'arbre de l'armature sont portés par des étriers (fig. 14), fixés sur les faces extérieures des pièces polaires (fig. 1) ; ils sont munis de godets graisseurs.

Ils doivent être ajustés de manière que leur centre coïncide avec l'axe de l'évidement des pièces polaires de l'inducteur.

Le diamètre de cet évidement étant de 92 mm, il doit rester entre la surface du tambour de l'armature et celle des pièces polaires un espace d'environ 3 mm.

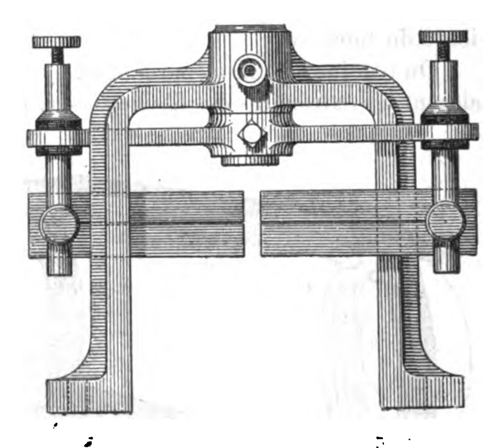
Balais. — Les balais sont constitués chacun par six bandes minces de cuivre laminé ayant 25 mm de largeur et 76 mm de longueur.

En vue d'augmenter leur élasticité, ces bandes sont fendues dans presque toute leur longueur, depuis leur extrémité libre jusqu'à celle qui est prise dans le porte-balai.

Le porte-balai est formé d'une cheville mortaisée dans laquelle on engage les bandes de cuivre constituant le balai. Chacune des deux chevilles traverse l'extrémité d'une barre de laiton et se termine par une borne où vient s'attacher le fil venant des inducteurs et celui du circuit extérieur ; borne et cheville sont soigneusement isolées de la barre à l'aide de rondelles et d'un manchon en ébonite ou en fibre vulcanisée.

Afin de permettre le calage des balais, la barre sur laquelle sont fixés les porte-balais peut tourner autour de son centre et, à cet effet, est montée sur un renflement concentrique à l'arbre et ménagé à l'intérieur de l'étrier en bronze.

Poulie. — La poulie, calée sur l'arbre de l'armature, doit avoir 89 mm de diamètre et 63,3 mm de largeur. La courroie motrice aura 50 mm de large.



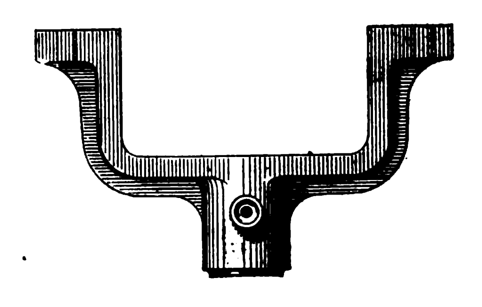


Fig. 14.

A la vitesse de 2 500 tours par minute, cette petite dynamo peut fournir un courant variant de 50 ampères à 85 ampères sous une différence de potentiel de 2,5 à 5 volts, suivant le groupement des enroulements de l'inducteur.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Sur un récepteur téléphonique de dimensions et de poids réduits dit « bitéléphone »

Par M. E. Mercadier

A la suite de mes recherches sur les effets téléphoniques, notamment de celles dont les résultats ont été insérés dans les *Comptes rendus*, les 8 et 15 avril 1889, 12 et 19 janvier 1891, j'ai été conduit aux conclusions suivantes : Dans un téléphone qui doit servir de récepteur, il est possible d'obtenir à la fois la *netteté* dans la reproduction des inflexions variées de la parole articulée, et l'*intensité* nécessaire pour tous les usages du téléphone. Pour cela, il suffit : 1° de donner au diaphragme du téléphone l'épaisseur juste suffisante pour absorber toutes les lignes de force du champ de son aimant ; 2° de diminuer le diamètre jusqu'à ce que le son fondamental et les harmoniques du diaphragme encastrés soient plus aigus que ceux de la voix humaine, c'est-à-dire plus aigus que l'ut_5.

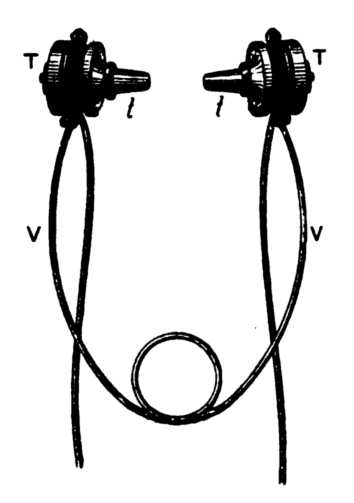
On reconnaît, en outre, qu'en satisfaisant à ces deux conditions, on peut obtenir, avec des téléphones à champ magnétique très faible, des résultats comparables en intensité et supérieurs en netteté à ceux qu'on obtient avec des appareils à champs beaucoup plus intenses, et qui, par conséquent, ont un poids et un volume beaucoup plus considérables.

On conçoit dès lors qu'on puisse : d'une part, prendre des aimants très petits à deux branches ou même à une seule, comme ceux des téléphones Bell primitifs, et, par suite, des bobines très petites, ce qui permet de réduire dans la

proportion de 1 à 1/4 le poids de cette partie du téléphone; d'autre part, réduire, comme on l'a indiqué ci-dessus, l'épaisseur et surtout le diamètre du diaphragme, d'où résulte d'abord une diminution du volume de la boîte où il est encastré, et, secondement, par suite de la minceur de ce diaphragme, la possibilité de l'encastrer solidement, tout en remplaçant les boîtes métalliques par des boîtes en ébonite, ce qui diminue encore considérablement le poids total de l'appareil.

Ayant eu besoin d'employer, dans certaines recherches d'électricité, des téléphones pouvant servir de galvanoscopes très sensibles, j'ai songé à utiliser les résultats précédents pour construire un téléphone très léger, pouvant rester fixé aux oreilles pendant des journées entières sans fatigue pour l'opérateur, et laissant les deux mains constamment libres.

J'ai réalisé plusieurs types d'instruments de ce genre, en employant des téléphones à un ou à deux pôles, réunis par un ressort en fil d'acier de 2 mm de diamètre, V, comme l'indique la figure ci-dessous qui représente, réduit au quart



de sa grandeur, l'un de ces appareils auxquels j'ai donné le nom de *bitéléphones*. La boîte est en ébonite, le couvercle est terminé par des ajutages recouverts d'embouts en caoutchouc *tt*, qui peuvent être retirés et changés à volonté (chaque opérateur ayant les siens pour son usage personnel) et qui pénètrent à l'intérieur des oreilles par suite d'une faible torsion d'arrière en avant opérée préalablement sur le ressort. Ils s'appuient ainsi sur le conduit auditif, et une légère pression du ressort V qui passe sous le menton de l'opérateur, réglée par lui en écartant plus ou moins les deux branches du V, maintient les deux téléphones contre les oreilles. Ceux-ci ne pesant que 50 gr, alors que les téléphones ordinaires pèsent environ 400 gr, et ne dépassant pas 3 cm à 4 cm de diamètre, ne produisent pas de fatigue, ni même de gêne, au bout de quelques minutes d'usage.

Le ressort en acier peut servir à relier électriquement deux des quatre bouts des bobines, de sorte qu'il suffit de deux cordons pour relier l'instrument aux appareils pour lesquels il doit servir. Ce ressort peut d'ailleurs être aimanté et contribuer à renforcer ou à maintenir l'aimantation des aimants des téléphones. Il peut, par suite, jouer un triple rôle: mécanique, électrique et magnétique.

Les bitéléphones, imaginés ainsi pour un usage scientifique, ont été essayés comme récepteurs avec les microphones transmetteurs ordinaires sur des réseaux téléphoniques, notamment sur des lignes souterraines de 50 km à 75 km de longueur, sur une ligne de 800 km, sur la ligne récemment construite de Paris à Londres; ils ont donné de bons résultats qui les ont fait accepter parmi les appareils dont l'emploi est autorisé par l'État dans les réseaux téléphoniques.

Cet instrument s'adapte à tous les systèmes de transmetteurs téléphoniques en usage; il peut être utilisé par les personnes, si nombreuses, qui, possédant un poste téléphonique, ont besoin, soit de prendre des notes pendant qu'elles transmettent ou reçoivent des messages téléphonés, soit même de les écrire intégralement.

Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, séance du 22 juin 1891.)

Sur l'électrolyse du chlorure de baryum pur ou mélangé de chlorure de sodium

Par M. C. Limb

J'ai fait ces expériences dans l'intention d'extraire le baryum métallique. Un creuset de grès de 500 cm³ à 600 cm³ contenait le sel. L'anode était toujours constituée par un charbon plat de 5 cm de largeur, plongé d'environ 8 cm dans l'électrolyte; une plaque de fer forgé formait généralement la cathode; elle était entourée, dans le sel fondu et à l'extérieur, d'un long vase poreux, dont le fond avait été supprimé. J'ai employé quelquefois aussi un autre charbon semblable au premier. Dans tous les cas, la cathode plongeait de 10 cm environ.

Le courant était fourni par une petite dynamo, à double excitation, réglée pour maintenir entre ses bornes une différence de potentiel constante de 10 volts, quel que soit le débit. Dans ces conditions, on avait à peu près 30 ampères au début; mais, au bout de *quelques minutes*, avec le chlorure de baryum pur, le courant baissait rapidement jusqu'à 2 ou 3 ampères seulement. Il se formait donc, *par l'électrolyse*, un dépôt infusible très résistant. En agitant fortement la cathode, sans la retirer, le courant reprenait sa valeur première, et ainsi de suite [1]. Je continuais

[1] En retirant la cathode et la laissant un instant à

cette manœuvre pendant deux heures environ.

En cassant le creuset après refroidissement, je n'ai jamais pu constater la moindre quantité de métal sur la cathode en fer ou en charbon. Il était difficile d'admettre, en effet, que cet accroissement énorme de résistance fût produit par le dépôt du métal ; le sel dissous dans l'eau n'était que fort peu alcalin, la neutralité s'obtenait par l'addition de quelques gouttes seulement d'acide chlorhydrique. Or, d'après la loi de Faraday, le courant moyen de 10 ampères aurait dû libérer, en deux heures,

$$0{,}0000105 \text{ gr} \times 68{,}5 \times 10 \times 2 \times 3600 = 52 \text{ gr}$$

environ de baryum métallique. J'ai supposé qu'il se produisait un sous-chlorure.

J'ai remplacé alors le sel barytique pur par un mélange à parties égales, avec du chlorure de sodium, dans l'espoir d'avoir plus de fusibilité et d'empêcher peut-être cette action secondaire. Dans les mêmes conditions, l'électrolyse se produit très régulièrement, et j'ai pu continuer quelques opérations pendant quatre heures, sans agiter, en ajoutant de temps en temps une pincée du mélange. Pendant que le courant passe, comme dans le cas du sel pur, *le chlore se dégage abondamment*, en produisant une espèce d'ébullition autour de l'anode.

Mais je n'ai pas été plus heureux pour obtenir du métal ; une *seule* fois pourtant, en mettant dans l'eau les fragments de la cathode, il s'est dégagé une petite bulle d'hydrogène que j'ai enflammée. D'après la loi de Faraday, j'aurais dû préparer environ 260 gr de métal (pour 25 ampères) [1].

Dans ce cas, comme dans le premier, le sel est peu alcalin. Le vase poreux, qui protégeait la cathode, dépassait le liquide de plus de 10 cm : le chlore, entraîné d'ailleurs par le fort tirage du fourneau, ne pouvait donc pas se recombiner au baryum. Il était fort à supposer qu'il se formait un sous-chlorure de baryum, ou bien de sodium, peut-être une combinaison. C'est, en effet, ce que les analyses m'ont démontré. J'en ai fait trois sur les produits de différentes opérations. Voici les deux qui diffèrent le plus :

	Première analyse.	Deuxième analyse.
Poids de matière....	1,927 gr	2,232 gr
Ba O libre.........	6,15	6,17
Cl total............	43,29	44,37
Ba (déduction faite pour Ba O)..........	31,47	26,89
Na (par différence)..	19,09	22,57
	100,00	100,00

Or, pour la première analyse, Ba et Na exigent ensemble 45,77 Cl : il en manque donc 2,48 ; pour la deuxième, Ba et Na demandent 48,78 : il manque 4,41. Il y a donc un sous-chlorure quelconque.

(*Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, séance du* 22 *juin* 1891.)

l'air pour oxyder le dépôt, puis la replongeant, le courant reprenait son intensité ; mais ce procédé est évidemment inapplicable.

[1] Matthiessen opérait avec une grande *densité* de courant sur la cathode ; c'est dans ces conditions qu'il a eu quelques globules de baryum.

La lampe à incandescence

Par Thos.-G. Grier

La lampe à incandescence entre dans la deuxième décade de son existence industrielle et pourtant les électriciens ne sont encore qu'imparfaitement fixés sur les conditions qu'elle doit remplir pour fonctionner avantageusement.

Le manque de renseignements à cet égard, détermina, dès 1884, le « Franklin Institute » à inviter les fabricants à soumettre leurs lampes à un Comité d'experts pour essais comparatifs. Les résultats de ces essais firent l'objet d'un rapport officiel publié en septembre 1885, duquel ont été tirées les données ci-après.

Cinq fabricants répondirent à l'appel du Franklin Institute et parmi eux quelques-uns présentèrent plusieurs lots de lampes de voltages différents. Toutes ces lampes furent soumises à des expériences de durée avec détermination du rendement initial par bougie. La plus grande dépréciation de pouvoir éclairant relevée fut de 50 0/0 et la plus faible de 33 0/0 ; mais il faut remarquer que les chiffres relatifs à la durée des lampes présentaient des différences aussi grandes. Ces résultats n'ont plus guère aujourd'hui qu'un intérêt historique, mais ils étaient déjà de nature à montrer que la lampe à incandescence est un instrument délicat dont la valeur dépend de nombreuses circonstances.

Depuis 1884, les modèles de lampes se sont multipliés et l'expérience a permis d'améliorer ces appareils tout en réduisant le prix qui de 3 dollars (15,50fr), qu'il était en 1884 pour une lampe de 16 bougies est tombé aujourd'hui de 40 à 60 cents (2,05 fr à 3,10 fr). Mais la question est restée presque aussi obscure qu'aux premiers jours. La question de durée est celle qui domine actuellement et, pour répondre à cette préoccupation de durée, les fabricants garantissent souvent la durée moyenne de leurs lampes.

Il n'y a pourtant pas la moindre difficulté pour faire une lampe à incandescence de la durée que l'on voudra ; la vie d'une lampe dépend des conditions dans lesquelles elle fonctionne. John W. Howell a publié en 1888 une note sur ce sujet en s'appuyant sur l'expérience de la Compagnie Edison qui embrassait cinq années et s'étendait à un millier de lampes. Il établit que la durée d'une lampe marchant à 2 watts est pratiquement nulle ; qu'elle est de mille heures à 3 watts par bougie et atteint seize mille heures à 4 3/4 watts. Cela montre tout de suite que la

question de la durée des lampes est tout simplement une question de circonstances et qu'il n'y a pas toujours nécessairement avantage à se servir de lampes à longue durée.

Le but des stations d'éclairage est de produire la lumière en transformant l'énergie électrique. Pour une exploitation industrielle, il y a intérêt à réduire autant que possible la quantité d'énergie à produire, de sorte qu'à ces deux facteurs, durée et valeur de la lampe employée, s'ajoute ce troisième facteur : montant d'énergie nécessaire pour le fonctionnement de la lampe.

Prenons tout de suite des exemples numériques pour fixer les idées. Soit d'abord une lampe brûlant à 4 1/2 watts ; elle ne se détériorera que fort peu durant les mille premières heures ; elle entraînera pour mille heures et 16 bougies, une dépense d'énergie de 72 000 watts-heure, soit, à raison de 1 cent (0,05 fr) par 50 watts-heure, 14,40 dollars (72 fr.) ou, au total, en ajoutant 50 cents (2,50 fr) pour le prix de la lampe, 14,90 dollars (74,50 fr). Prenons maintenant une lampe marchant à 3 1/2 watts pendant la même durée de mille heures. La dépense d'énergie sera 56 000 watts-heure, soit à 1 cent (0,05 fr) par 50 watts-heure, 11,20 dollars (56,10 fr) ; ou en ajoutant 50 cents (2,50 fr) pour la lampe, une dépense totale de 11,70 dollars (58,50 fr), ce qui laisserait, en faveur de cette dernière lampe, un écart de 3,20 dollars (16 fr). Mais il faudra remplacer la lampe au cours de la période de mille heures envisagée ; admettons que la durée de la lampe à 3 1/2 watts ne soit que de 333 heures, nous aurons à défalquer de ce chef 1 dollar (5 fr), ce qui laissera encore un bénéfice net de 2,20 dollars (11 fr). Ce qui précède n'est qu'un exemple hypothétique, mais n'a rien d'irréalisable ; on trouve dans le commerce des lampes marchant à 3 1/2 et à 4 1/2 watts ; il est même des stations qui emploient des lampes à rendement inférieur à 4 1/2 watts et qui s'étonnent du reste de ne pas fructifier. La lampe à incandescence est le point vital de toute station centrale et tout ce qui la concerne doit être envisagée avec le plus grand soin. Malheureusement l'absence de renseignements ne permet pas autre chose que d'analyser la question en partant d'hypothèses comme nous venons de le faire. Pourtant l'*Electrical Review* de Londres a publié quelques renseignements que nous allons analyser et qui montreront immédiatement l'intérêt qu'il y a à se servir de lampes à fort rendement, dût leur durée être abrégée.

Les résultats publiés par l'*Electrical Review* proviennent d'essais sur des lampes Edison-Swan et donnent l'intensité lumineuse initiale, le rendement initial et le nombre total de watts dépensés par la lampe. L'essai était prolongé durant mille heures, et, à la fin de chaque cent heures, l'intensité lumineuse et l'énergie totale étaient relevées et le rendement en résultant inscrit au tableau. Nous reproduisons ce tableau en y ajoutant quatre colonnes (5 à 8) dont les chiffres sont déduits de ceux des colonnes précédentes.

HEURES	BOUGIES	WATTS par bougie	WATTS totaux	MOYENNE POUR CHAQUE 100 H.		DÉPENSE, A RAISON DE 0 FR. 05 PAR WATT-HEURE	
				bougies moyennes	montant total moyen de watts	coût pour chaque 100 h.	coût pour 16 bougies à chaque 100 h.
1	2	3	4	5	6	7	8
0	19,3	3,34	64,46				
100	18,8	3,45	64,86	19,05	64,66	6 f 465	5 f 40
200	17,2	3,79	65,19	16,00	65,03	6 500	5 80
300	15,6	4,10	63,90	16,40	64,57	6 485	6 30
400	15,2	4,17	63,38	15,40	63,67	6 350	6 60
500	14,8	4,29	63,49	15,00	63,44	6 340	6 75
600	14,4	4,38	63,07	14,60	63.28	6 320	6 90
700	4,1	4,50	63.45	14,25	63,26	6 325	7 10
800	13,3	4,68	62,24	13,70	62,85	6 285	7 35
900	12,4	4,90	60,76	12,85	61,50	6 150	7 65
1 000	12,0	5,00	60,00	12,20	60,38	6 035	7 90

La colonne 7 indique ce que paie le consommateur chaque 100 heures de la lampe dont il se sert ; la colonne 8 ce qu'il paie pour chaque 16 bougies durant 100 heures. Ces données sont déduites de la moyenne des observations ; c'est-à-dire que pour les 100 premières heures, l'intensité lumineuse moyenne est relevée et ainsi de suite après chaque période de 100 heures. Le coût de l'énergie électrique est estimé à 1 cent (0,05 fr.) par 50 watts-heure.

Dans ces expériences, le potentiel était constant, le même que les stations centrales s'efforcent de maintenir. La résistance du filament augmente à mesure que la lampe continue à brûler et l'énergie totale dépensée diminue. La relation entre l'intensité lumineuse et l'énergie totale montre que, malgré cette diminution de la dépense d'énergie, la lampe ne devient pas plus économique parce qu'il y a concurremment diminution de la lumière produite (diminution due à la détérioration du filament et au noircissement du verre) et cela dans une proportion beaucoup plus considérable que pour l'énergie totale.

Le tableau montre que dans les conditions qui ont présidé à son établissement, il vaudra mieux remplacer la lampe au bout de 400 heures, et qu'on économisera ainsi 75 0/0. Il est clair que si le prix de la production de l'énergie restait le même, et que le coût des lampes diminuât, il pourrait y avoir avantage à remplacer les lampes plus souvent, tandis que, si la dépense pour le courant se trouvait réduite de moitié, il y aurait au contraire avantage à augmenter la durée de chaque lampe et à la porter à 700 heures.

Ce n'est donc pas seulement la durée qui doit déterminer le choix de la lampe à adopter, il faut aussi tenir compte du rendement de la lampe, de son prix et du coût du courant. Le manque de renseignements ne permet pas de traiter le sujet autrement que par des suppositions, mais

même en faisant la part des erreurs qui peuvent en résulter, on peut établir en fait que, sauf le cas où le courant est extrêmement bon marché, une lampe à rendement élevé est préférable, même avec une courte durée, à une lampe de plus longue durée mais de rendement moins élevé.

Les considérations qui précèdent peuvent être résumées sous forme d'une équation qui permettrait de déterminer la valeur du rendement pour lequel la somme des dépenses (lampe et courant) serait minimum, à la condition que les fabricants indiquassent le degré de variation de la durée de leurs lampes suivant leur rendement. Pour établir cette formule, posons :

A = le nombre de watts-heure requis par une lampe de 16 bougies. A/16 serait le rendement par bougie ;

B = la durée de la lampe au rendement de A/16 ;

Y = le coût d'une lampe de 16 bougies.

X = le coût du watt-heure délivré à la lampe.

Les valeurs de A et B devraient être fournies par les fabricants.

Pour obtenir la valeur X d'un watt-heure à la lampe, on aurait à déterminer le courant moyen à la station. L'installation ayant été faite pour une certaine perte de potentiel dans le cas du courant maximum, la perte correspondant au courant moyen sera avec cette perte dans le même rapport que le courant moyen au courant maximum. En retranchant de la moyenne du courant la perte réduite ainsi calculée, on aura le montant d'énergie aux lampes, et la division du chiffre des dépenses totales (moins le coût des lampes) par le nombre des watts-heures livrés aux lampes donnera la dépense par watt-heure.

Le coût pour une lampe de 16 bougies brûlant pendant une heure sera égal au prix du watt-heure multiplié par le nombre de watts qu'exige la lampe, c'est-à-dire à $X \times A$.

La dépense pour le remplacement des lampes sera fournie par le prix de la lampe divisé par sa durée, sa valeur sera Y : B.

L'agencement le plus économique est celui pour lequel la somme des frais de renouvellement des lampes et du coût de l'énergie est minimum, ce qu'exprime la formule

$$\frac{Y}{B} + (X \times A) = \text{minimum}$$

Prenons un exemple numérique ; soient

Y, coût de la lampe, = 2,50 fr ;

$\frac{A}{16}$, rendement, = 4 watts, ou A = 64 watts ;

X, coût du watt-heure, = 0,0008 fr ;

B, durée de la lampe, = 1 000 heures.

Si nous portons ces valeurs dans la formule nous aurons :

$$\frac{2,50}{1000} + (0,0008 \times 64) = 0,0537 \text{ fr.}$$

Soit maintenant une lampe qui coûterait 3 fr. et dont la durée ne serait que de 300 heures à 3 watts, les valeurs deviennent

Y = 3 fr ;

$\frac{A}{16}$ = 3 watts, d'où A = 48 watts ;

X = 0,0008 fr, comme précédemment ;

B = 300 ;

et la formule donne

$$\frac{3}{300} + (0,0008 \times 48) = 0,0484 \text{ fr.}$$

Ainsi une lampe coûtant 3 francs et ne durant que 300 heures avec 3 watts, donne une économie sur la lampe qui ne coûtait que 2,50 fr et brûlait 1 000 heures avec 4 watts, c'est-à-dire qu'on fait la lampe de 3 watts est moins chère que l'autre par suite de l'économie de courant qu'elle permet de réaliser. Comme nous le disions au début, la question est donc influencée dans une large mesure par le coût de l'énergie et toute société d'éclairage qui voudra réussir devra se bien convaincre de l'importance qu'il y a à se servir de lampes à rendement élevé remplacées dès que ce rendement s'abaisse.

L. F.

(*Chicago Electric Club.*)

CORRESPONDANCE

*A Monsieur Montpellier, Directeur de l'*Electricien, *37, rue Fondary, Paris*

MONSIEUR LE DIRECTEUR,

Je viens de lire dans l'un des numéros récents de votre estimable journal un article sur le régime le plus économique qu'il faut choisir lors de l'emploi des lampes à incandescence.

Permettez-moi, Monsieur, de vous faire connaître que, guidé par des considérations analogues, mais sans employer la même méthode, je suis arrivé aux mêmes conclusions générales que M. Simon, le signataire de cet intéressant article.

Je puis vous citer l'exemple d'une installation faite par moi au Jockey-Club et qui, depuis un an et demi, comporte uniquement des lampes de 2,5 watts par bougie.

La durée moyenne de ces lampes est de 600 heures; elles dépassent ainsi de beaucoup les résultats donnés jusqu'alors. Je crois, du reste, être le seul à employer des lampes dans ces conditions.

Mes lampes sont, d'ailleurs, de trois sortes corres-

pondant à trois régimes qui sont : 2,5 watts, 3,1 et 3,5 watts par bougie. De ce côté, je me conforme encore aux conseils que donne M. Simon.

Pardonnez-moi cette remarque d'intérêt pratique et croyez-moi, Monsieur, votre sincère et dévoué abonné.

J. LESAGE.

NÉCROLOGIE

DAVID BROOKS

M. BROOKS, dont le nom est attaché au système d'isolement des conducteurs dans les câbles au moyen de l'huile, vient de mourir à Philadelphie. Dès l'âge de 20 ans, en 1840, il avait été nommé maître de mathématiques à l'Ecole de la Marine des Etats-Unis, mais, à partir de 1845, il était occupé exclusivement de travaux relatifs à la télégraphie. Il construisit, aux Etats-Unis et plus tard au Mexique, les premières lignes. C'est lui aussi qui a établi, en 1847, le premier translateur. En 1850, il a été chargé par le Tribunal des Etats-Unis, d'une expertise importante concernant les appareils Morse et Bain et le rapport volumineux qu'il présenta à l'occasion de ce procès est, aujourd'hui encore, cité dans les ouvrages concernant les télégraphes comme une étude très approfondie en cette matière. M. Brooks a été très longtemps attaché à la Compagnie « Western Union », mais depuis plus de 20 ans, il ne s'occupait plus que de ses inventions personnelles et notamment des systèmes d'isolement de câbles que nous avons déjà cités.

WILLOUGHBY SMITH

M. WILLOUGHBY SMITH vient de mourir, à Eastbourne, d'une maladie de cœur dont il souffrait depuis longtemps.

M. Smith était né à Yarmouth, Norfolk, le 16 avril 1828. Il entra au service de la « Gutta-Percha Company » en 1848.

Ses travaux sur les câbles sous-marins, qui ont fait sa réputation, forment le fond des articles sur l'invention et le développement de la télégraphie sous-marine qui ont paru récemment dans les publications anglaises.

Il a présenté de nombreux mémoires à l'Institution des Ingénieurs Electriciens; il a également publié des conférences sur l'*Induction dynamique* et l'*Induction magnéto-électrique*, l'*Induction et la conduction* et le *Magnétisme*.

M. W. Smith était un homme d'une rare modestie et d'un caractère très obligeant.

CHRONIQUE

La traction électrique à Paris. — Une commission du Conseil municipal s'est prononcée en faveur de la construction d'un tramway tubulaire souterrain électrique allant du Bois de Boulogne au Bois de Vincennes, passant sous le boulevard Diderot, la rue de Rivoli, la place de la Concorde et l'avenue des Champs-Elysées.

Exposition de Francfort-sur-le-Mein. — La direction de l'Exposition a établi un bureau de jeunes techniciens, sous la direction d'un ingénieur, chargés de se mettre à la disposition des sociétés de savants, d'ingénieurs, d'ouvriers, de négociants, etc., qui viennent visiter l'Exposition, pour les guider et leur donner les explications qu'ils peuvent désirer sur les objets exposés. Les sociétés qui désirent user de cette facilité — absolument gratuite — sont priées d'en informer l'administration de l'Exposition au moins vingt-quatre heures à l'avance. — Cette innovation mérite d'être signalée et l'exemple donné par l'Administration de l'Exposition de Francfort devrait être suivi dans les expositions futures, au moins en ce qui concerne la partie technique.

L'abbé Fortin et la prévision du temps. — Nous trouvons sous ce titre dans la *Nature*, un article que nous reproduisons, pensant qu'il intéressera nos lecteurs :

On doit avoir *a priori* beaucoup de scepticisme à l'égard du problème de la prévision du temps; nous avons connu jadis Mathieu de la Drôme qui annonçait à jour fixe la pluie, le beau temps et les tempêtes, « suivant les régions », ajoutait prudemment le prophète; et comme la surface terrestre est grande, il y avait toujours bien quelque point du globe où les phénomènes météorologiques donnaient raison au célèbre vendeur d'almanachs. Malgré la puérilité de ses pronostics, le public avait beaucoup d'engouement pour Mathieu de la Drôme, qui se fit une réputation universelle.

Depuis quelque temps, c'est l'abbé Fortin qui annonce les tempêtes. Un certain nombre des prévisions de cet observateur ont paru se réaliser et plusieurs de nos journaux quotidiens ont vanté sa méthode. Nous avons cru qu'il était prudent d'attendre que les résultats des procédés préconisés par le savant abbé fussent plus cer-

tains, pour y consacrer une notice dans le corps de notre publication, et nous attendrons peut-être longtemps encore ; mais puisque nos lecteurs nous demandent de leur dire ce qu'il faut penser des *découvertes* de l'abbé Fortin, nous donnerons ici notre opinion en toute sincérité.

L'abbé Fortin a construit un petit appareil qu'il a désigné sous le nom de *magnétomètre terrestre*. Cet appareil, qui n'offre d'ailleurs rien de nouveau, indique les variations du magnétisme de notre globe, et c'est de ces indications que l'observateur doit tirer ses conclusions pour la prévision du temps. La théorie de l'abbé Fortin est basée sur l'influence exercée par les taches solaires sur la terre et les phénomènes météorologiques qui s'y accomplissent. « On ne saurait nier que les taches solaires n'aient une action sur notre globe, leur effet sur le magnétisme terrestre est démontré par de longues observations. Nous ne dirons pas autre chose, écrit l'abbé Fortin ; cela nous suffit. Cela est la relation du soleil à la terre ; cela a été établi depuis trente ans par le Père Secchi, et depuis deux cent cinquante par Succi. Il y a donc *certitude* entre les taches solaires *actives* et le magnétisme terrestre. » Il n'est pas douteux, d'autre part, qu'il y a une relation entre les agitations du magnétisme terrestre et les tempêtes terrestres. « C'est encore acquis à la science. »

Voilà qui est fort bien, et jusqu'ici nous partageons les opinions de l'abbé Fortin, mais où nous cessons absolument d'être d'accord avec lui, c'est quand il affirme « qu'il pèse en quelque sorte au moyen de son magnétomètre la tempête future ».

La science sait qu'il y a une relation entre les taches solaires et le magnétisme terrestre ; le magnétisme terrestre n'est pas sans influence sur les perturbations atmosphériques. Mais de ces notions encore vagues, déduire le moyen de prédire, à tel jour, à telle heure, qu'il y aura une tempête en tel ou tel point de la surface du globe, dans le nord ou dans le midi de la France, par exemple, voilà ce que nul aujourd'hui ne saurait faire. C'est ici que l'abbé Fortin s'illusionne ; ses prévisions, quand il veut les préciser, n'ont aucune base. Elles peuvent amuser certains lecteurs des petits journaux, mais elles ne sauraient satisfaire les hommes de science.

Les câbles de l'Algérie et la Tunisie. — Il est ouvert au ministre du commerce, de l'industrie et des colonies, sur l'exercice 1891, un crédit extraordinaire de cinq millions cinq cent mille francs (5,500,000 fr.) pour l'établissement des lignes sous-marines de Marseille à Tunis et de Marseille à Oran.

Les communications internationales. — Il est ouvert au ministre du commerce, de l'industrie et des colonies, sur l'exercice 1891, un crédit extraordinaire de 723,000 fr. pour l'établissement, sur le territoire français, de nouvelles communications télégraphiques internationales.

BREVETS D'INVENTION

Du 12 au 18 avril 1891

210664 **Robinson.** — Perfectionnements dans les appareils de télégraphie électrique pour transmettre des indications optiques au moyen d'une poignée de transmission (8 janvier 1891).

210680 **Bouissou.** — Commutateur compteur horaire (9 janvier 1891).

210689 **Société française d'accumulateurs électriques (Faure, Sellon, Volckmar).** — Accumulateur électrique léger et indestructible pouvant être employé avec avantage pour tous les usages et spécialement pour la locomotion terrestre, maritime ou aérienne (9 juin 1891).

210691 **Rousseau.** — Perfectionnement dans les plaques d'accumulateurs électriques (9 janvier 1891).

210727 **Société dite : American Elevator Company.** — Perfectionnements dans les ascenseurs électriques (13 janvier 1891).

210733 **Puluj.** — Dispositif de sécurité contre le feu pour les conduites électriques (13 janvier 1891).

210737 **Société O. Dutel et Cie.** — Casse-fil électrique (13 janvier 1891).

210743 **Edison.** — Perfectionnements apportés aux lampes électriques à incandescence ainsi qu'aux fils d'arrivée de ces lampes (13 janvier 1891).

210747 **Bourdon.** — Système de poteaux télégraphiques réalisant une fabrication et un montage très économiques (13 janvier 1891).

210759 **Eickemeyer.** — Perfectionnements dans les élévateurs électriques (13 janvier 1891).

CERTIFICATS D'ADDITION

Du 12 au 18 avril 1891

209170 **Société Lacombe et Cie.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 28 octobre 1890, pour procédé de traitement ou de préparation des charbons pour lumière électrique (7 janvier 1891).

L'Editeur-Gérant: Georges CARRÉ.

Tours Imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

2e Série. — Tome II. | N° 32 | 8 Aout 1891.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LE COMPTEUR E. GRASSOT

M. Emile Grassot, ancien élève de l'École municipale de physique et de chimie, vient de faire breveter un compteur d'électricité qui appartient à la classe des compteurs de quantité ou ampères-heure-mètres.

Il est basé, comme le compteur Edison, sur l'action chimique du courant.

La figure 1 est une élévation de l'instrument vue de face et la figure 2 est une élévation vue de profil.

Il se compose d'une cuve électrolytique A, contenant une dissolution d'azotate d'argent au dixième, d'une anode *b* et d'une cathode *a*, constituées l'une et l'autre par un fil d'argent d'environ 0,5 mm de diamètre.

L'anode *b* est placée à l'intérieur d'un tube B en verre ou en toute autre matière isolante. Elle est taillée en pointe et peut glisser librement dans l'intérieur du tube qui lui sert de guide ; elle repose par sa pointe sur la partie plane *c* d'un crochet en verre C fixé au couvercle du vase. La partie de l'anode en contact avec l'électrolyte a une longueur d'environ trois millimètres.

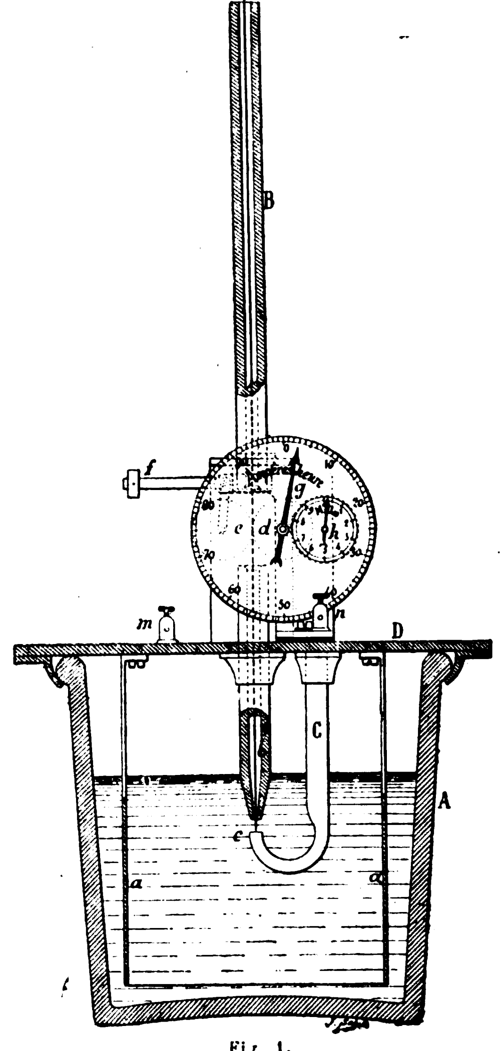


Fig. 1.

Le tube B est monté sur le couvercle D du vase A qui sert également de support aux platines d'un mouvement d'horlogerie.

Ce dernier se compose d'un tambour *d* contre lequel est légèrement pressé le fil d'argent *b*, par un galet *e* à contrepoids réglable *f*.

Le tube de verre est en deux pièces afin de dégager le fil *b* sur une certaine longueur à l'endroit où il passe entre le tambour et le galet.

L'axe du tambour *d* est pourvu d'une aiguille indicatrice qui se meut devant un cadran convenablement gradué.

Le mouvement du tambour *d* est transmis par un pignon et une roue dentée à un deuxième axe, parallèle à celui du tambour *d*; cet axe porte une aiguille *h* qui se meut devant un second cadran également gradué. Le rapport du pignon et de la roue a été calculé pour que l'aiguille *h* avance d'une division pour chaque tour complet de l'aiguille *g*.

On peut, comme dans tous les compteurs de tours, augmenter le nombre des cadrans et des aiguilles indicatrices, si deux ne suffisent pas.

La cathode *a*, disposée à l'intérieur du vase comme le montre la figure, est fixée au couvercle métallique D qui porte une borne *m* où l'on attache le conducteur.

La communication du conducteur avec l'anode se fait par l'intermédiaire du massif du mouvement d'horlogerie dont les platines sont soigneusement isolées du couvercle A par des lames et des rondelles en ébonite ou en fibre vulcanisée.

Le fonctionnement de ce compteur est des plus simples.

Sous l'action du courant, l'anode *b* se dissout et le métal se dépose sur la cathode *a*. Le fil de l'anode reste toujours taillé en pointe et, entrainé par son propre poids, descend dans le tube avec une vitesse proportionnelle à l'intensité du courant.

Ce mouvement de descente est transmis au tambour *d* et est enregistré par l'aiguille *g* qui se meut devant son cadran. Le nombre de tours de l'aiguille *g* est enregistré à son tour par l'aiguille *h* du second cadran et ainsi de suite.

Pour installer ce compteur sur un circuit d'éclairage, il suffit de le monter en dérivation sur le circuit principal en ayant soin d'intercaler une résistance très faible, calculée de manière à laisser passer environ le millième du courant total.

Ce compteur est actuellement à l'essai à l'usine municipale des Halles.

L'inventeur s'est réservé dans son brevet l'emploi de toute autre solution de sel métallique avec des électrodes de même métal que celui du sel.

Le dispositif de ce compteur présente l'avantage d'une grande simplicité et évite d'effectuer périodiquement les pesées des électrodes ; il suffit de relever les indications des cadrans.

Fig. 2.

J.-A. MONTPELLIER.

LES CANALISATIONS D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DE PARIS

(*suite* [1])

Abordons maintenant la canalisation proprement dite. Le principe en a été défini au début de cette étude. Avant la pose des câbles, la direction des travaux de la ville de Paris précise les conditions spéciales auxquelles est subordonnée l'ouverture de la tranchée appelée à les recevoir : la profondeur et la largeur, sa distance aux murs de façade des immeubles.

Dans le système adopté par la Compagnie de l'air comprimé, la conduite protectrice des câbles est en fonte et faite en deux pièces constituant un canal continu par bouts d'environ 1 mètre de longueur, juxtaposés par emboîtement : la partie inférieure

Fig. 4.

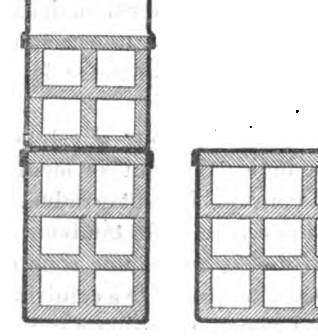
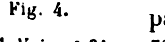


Fig. 5. Fig. 6.



[1] Voir n° 31, p. 73

est en forme d'U recouverte d'un couvercle plat ou arrondi. Ces conduites ont des dimensions variées et peuvent recevoir une plus ou moins grande quantité de conducteurs électriques, comme le montrent les figures 4 à 7, qui sont à l'échelle de 1/10. Suivant les besoins, des étages de canaux se superposent dans une même tranchée, à la condition que le niveau supérieur de la pile reste à 0,50 m environ en-dessous de la surface du sol.

Les câbles isolés ne reposent pas directement sur le fond métallique de la conduite, mais par l'intermédiaire de supports en bois mouluré imprégnés de paraffine, divisant les canaux en un certain nombre de cases séparées. L'imprégnation de paraffine, obtenue par l'immersion du bois dans un bain de paraffine en fusion, a pour objet de le défendre contre les agents de destruction contenus dans le sol, en même temps qu'elle favorise le glissement du câble lors de l'opération du tirage.

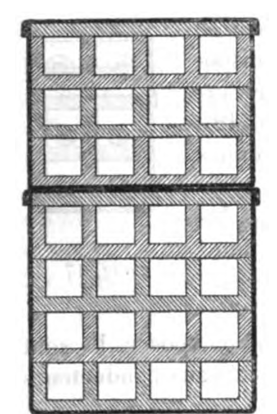


Fig. 7.

Fig. 8.

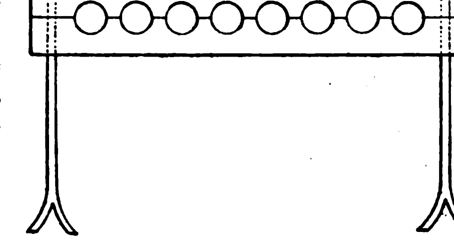


Fig. 9.

La figure 8 montre une section du profil des moulures; la figure 9 représente un modèle d'un genre de support en usage dans les tunnels et les puits.

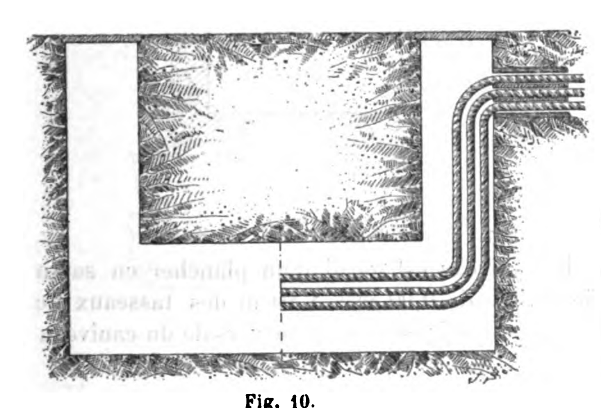


Fig. 10.

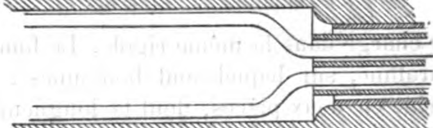


Fig. 11.

Aux traversées des rues, les tranchées sont arrêtées à des puits raccordés sous la voirie par une galerie horizontale et terminés au niveau du trottoir par des tampons en fonte. La profondeur de ces puits varie de 2 mètres à 9 mètres. Elle est déterminée par l'existence, la situation relative et l'importance des égouts, conduites d'eau ou de gaz se

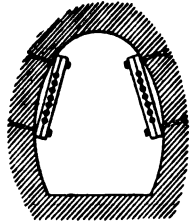


Fig. 12.

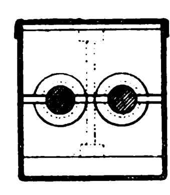


Fig. 13.

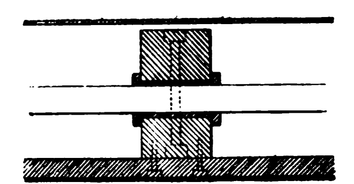


Fig. 14.

trouvant sous le massif de la chaussée. A leur sortie des canaux en fonte, les câbles sont descendus dans les puits : les positifs d'un côté, les négatifs de l'autre, supportés à distance des parois par des pinces supports en bois paraffiné, analogues à celles de la figure 9, scellées par des tiges dans la maçonnerie ; à leur entrée dans la galerie, ils sont disposés de la même façon sur l'intrados de la voûte (fig. 10 à 12). Les câbles sont emprisonnés par serrage énergique à vis entre les deux mâchoires des pinces ; celles-ci sont faites pour recevoir de trois à seize conducteurs.

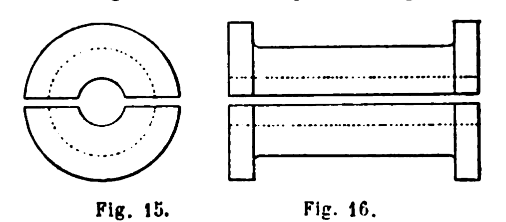


Fig. 15. Fig. 16.

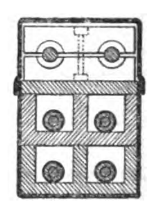
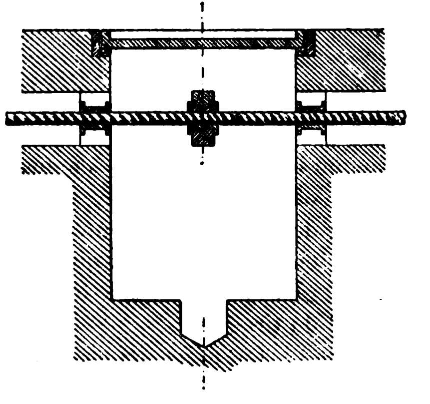


Fig. 17.

Le mode de pose des câbles nus diffère de celui que nous venons d'exposer. Ils sont toujours placés dans des canaux en fonte. Quelquefois, ils sont associés aux conducteurs



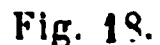


Fig. 18.

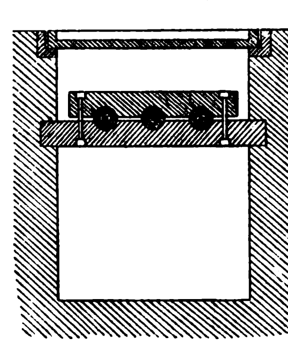


Fig. 19.

de charge dans la même rigole. Le fond du caniveau est garni d'un plancher en sapin paraffiné, sur lequel sont boulonnés à intervalle de 0,90 m à 1,80 m des tasseaux de chêne en deux pièces, dont la longueur est égale à la section transversale du caniveau (fig. 13 et 14). Des isolateurs en porcelaine (fig. 15 et 16) sont encastrés dans les tasseaux par où passent les câbles nus. Dans le cas de la présence simultanée de ceux-ci et des lignes de haute tension, ces dernières sont placées en dessous, directement sur le plancher de fond, les autres viennent au dessus (fig. 17).

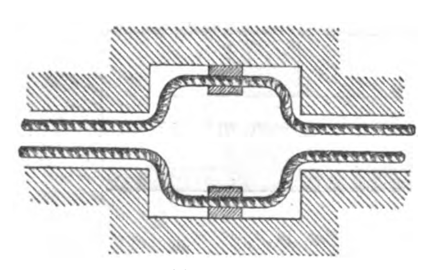


Fig. 20

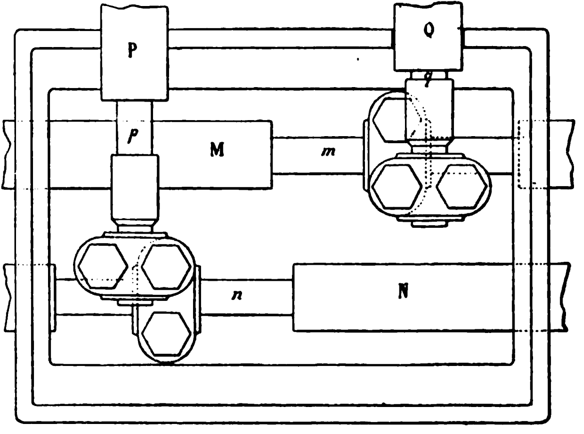


Fig. 21.

Le service de surveillance des lignes ainsi posées est assuré par une série de regards, échelonnés le long de la canalisation à des distances de 30 mètres à peu près. Les figures 18 à 20 représentent respectivement les sections longitudinale, transversale et vue en plan de ces regards avec la disposition des câbles qui les traversent. A vrai dire, ce sont des puisards de forme carrée, aux dimensions réduites, communiquant avec les caniveaux ménagés dans le pavage et aveuglés par une petite dalle de fonte généralement feutrée d'asphalte. Les câbles suivent le contour des parois, maintenus par des supports en bois paraffiné. Les figures simples, mises sous les yeux du lecteur, sont suffisamment explicites.

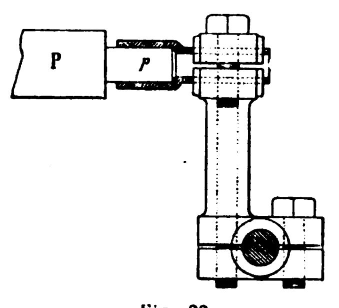
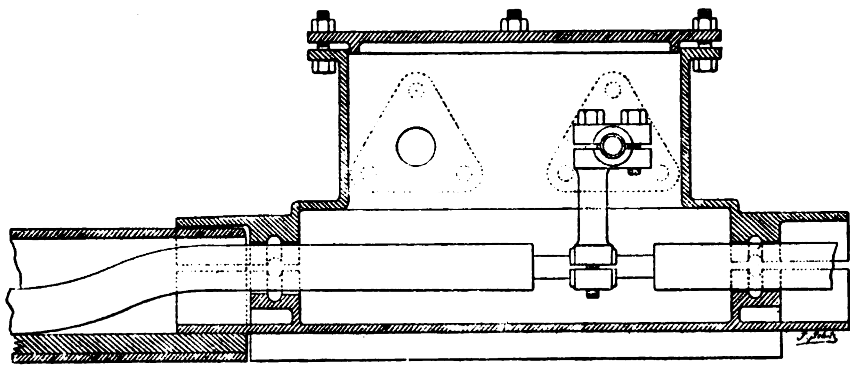
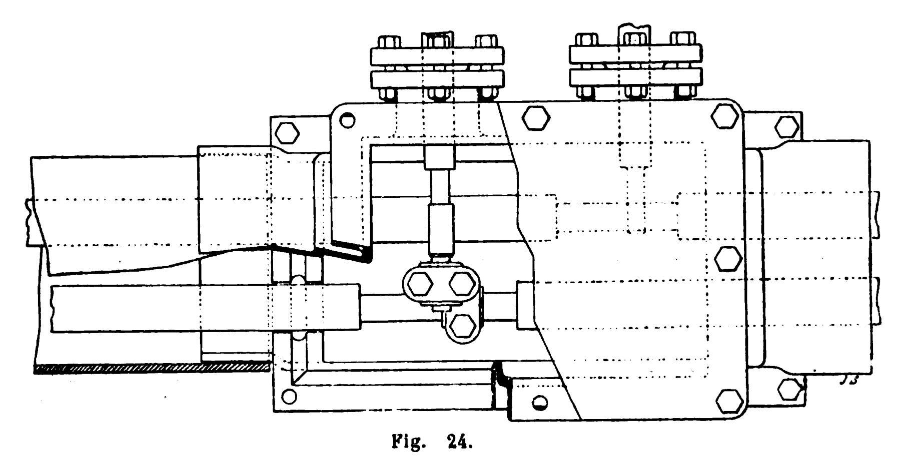


Fig. 22.

Dans l'installation d'une canalisation quelconque, qu'il s'agisse de l'eau, du gaz, des fluides raréfiés ou comprimés, de l'électricité, des circonstances diverses interviennent, inopinées souvent, qui contribuent à accroître les difficultés de pose et, en dernière analyse, influent d'une façon fréquemment fâcheuse sur le rendement d'un réseau.


Fig. 23.

L'expérience acquise des câbles souterrains est d'une durée encore trop courte pour qu'il soit prudent de se prononcer, avec quelque raison autorisée, sur la valeur de tel ou


Fig. 24.

tel système préféré. On en est réduit à des conjectures. Quoi qu'il en soit, il est un point sur lequel tout le monde est d'accord : les difficultés qui entourent la parfaite exécution

des prises de courant sur les câbles. C'est une des parties les plus délicates de toutes les opérations à effectuer sur un réseau. Aux endroits où les câbles d'abonnés viennent se greffer sur les distributeurs, on a l'habitude de renfermer les jonctions dans des chambres en fonte appelées boîtes d'abonnés.

Les figures 21 et 22 permettent de suivre le procédé opératoire. Le raccord de deux câbles est constitué par une pièce en cuivre (fig. 22) ayant deux colliers entre les mâchoires desquels sont serrées par des boulons ou des vis les extrémités des câbles à relier. Les conducteurs M et N qu'il faut rattacher aux branchements P et Q sont dénudés sur une petite longueur *m*, *n*, *p* et *q*. Ces parties sont saisies par les brides des raccords et énergiquement boulonnées.

Après quoi, on coule une substance isolante

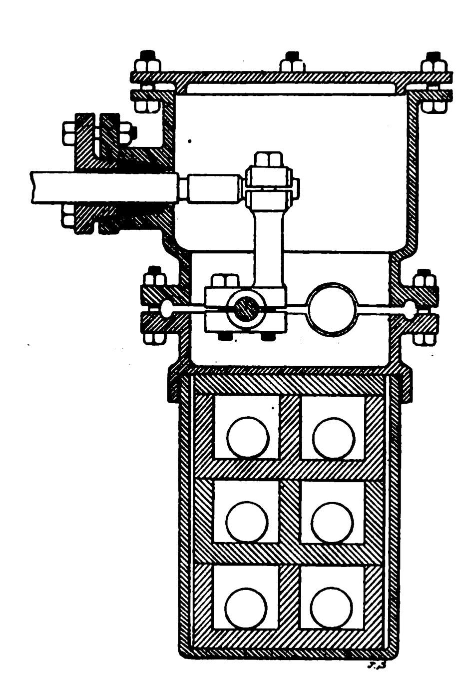


Fig. 25.

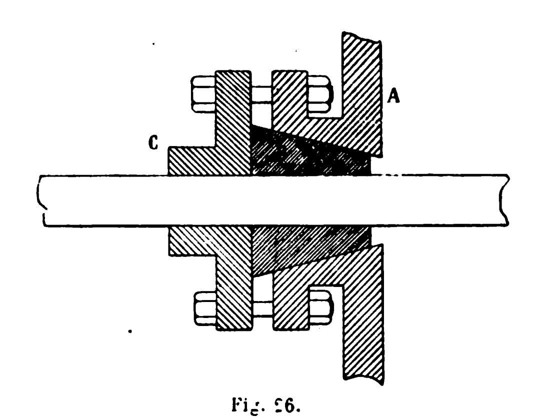


Fig. 26.

remplissant la partie inférieure de la cuvette en fonte qui, dans la majorité des cas, est en deux pièces, puis on clôt la chambre au moyen d'un couvercle vissé.

Les câbles de branchement sortent latéralement de la boîte en traversant une sorte de presse-étoupe (fig. 26). Dans cette dernière figure, la paroi latérale est représentée en A ; une ouverture tronconique y est pratiquée dans laquelle est introduite une douille B en caoutchouc que comprime un disque de serrage *c*.

Les figures 23 à 26 sont des formes variées de boîte dont la construction repose sur le même principe. Toutes les précautions sont prises pour assurer une étanchéité parfaite des chambres formées par le rapprochement des différentes parties constituantes.

(*à suivre.*) E. Dieudonné.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Contribution à l'étude de l'électricité atmosphérique

Par M. Ch. André

On admet généralement qu'il existe pour l'électricité atmosphérique une variation diurne normale, correspondant à un temps calme et à un ciel serein : la discussion des observations, poursuivies à Lyon depuis 1884, avec l'électromètre enregistreur de M. Mascart, ne confirme pas cette manière de voir.

Choisissons en effet, parmi les jours sans brume

de temps calme et de ciel serein [1], ceux pour lesquels le vent général de la journée vient des régions nord ou des régions sud (c'est la presque totalité), et déterminons séparément la variation diurne moyenne qui correspond à chacun de ces groupes pour les saisons de printemps, d'été et d'automne. Nous obtiendrons ainsi des courbes analogues à celles de la figure 1 et qui mettent en évidence une variation diurne très différente

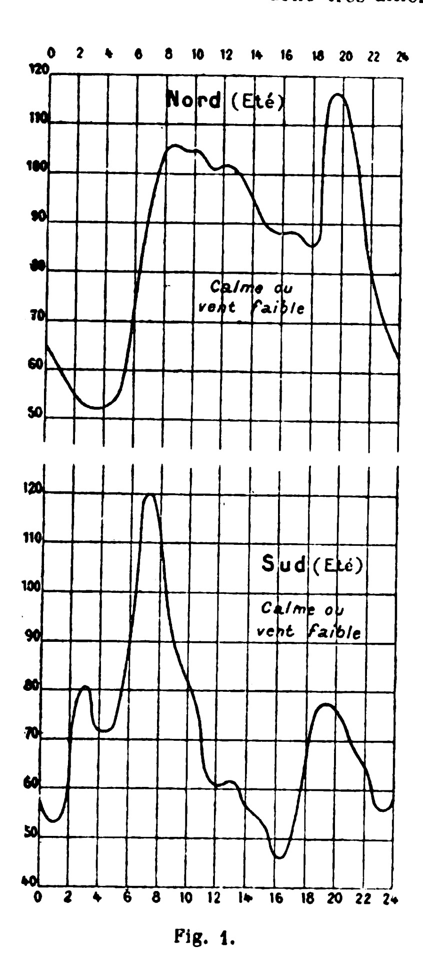


Fig. 1.

dans l'un ou l'autre groupe, l'amplitude de l'oscillation diurne y étant environ trois fois plus grande que l'amplitude nocturne par le vent de sud, tandis que, par le vent de nord, c'est au contraire l'amplitude nocturne qui est triple de l'autre.

L'adjonction, à ces jours calmes, des jours beaux où le vent souffle plus ou moins fortement

[1] Pour nous le temps est calme et le ciel serein, si : 1° à aucun moment de la journée la vitesse du vent ne dépasse 2,50 m (calme ou vent faible) ; 2° sur nos treize observations quotidiennes de nébulosité, une seule donne une valeur au plus égale à 0,1.

(fig. 2) ne change point l'allure générale de la variation diurne ; la différence caractéristique que nous venons de signaler y persiste et sensiblement avec les mêmes limites. La variation électrique diurne, dite *normale*, est donc la combinaison de deux modes différents entre eux et répondant, d'ailleurs, à deux distributions différentes des pressions relativement au lieu d'observation.

Cette conclusion n'est point limitée au potentiel électrique : la même méthode de division, appliquée pour les mêmes jours à la pression barométrique et au poids de la vapeur d'eau contenue dans un volume déterminé d'air, fait aussi apparaître, pour chacun de ces éléments météorologiques, deux variations diurnes différentes. Le fait est surtout remarquable pour le poids de la vapeur d'eau (fig. 3), dont les variations diurnes sont sensiblement parallèles à celles du potentiel électrique.

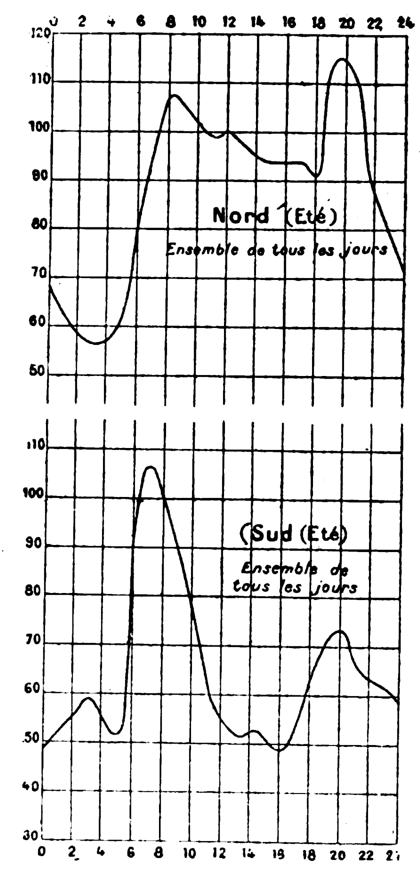


Fig. 2.

De même, les marches annuelles de l'humidité relative et du potentiel électrique sont tellement

analogues que leurs courbes représentatives

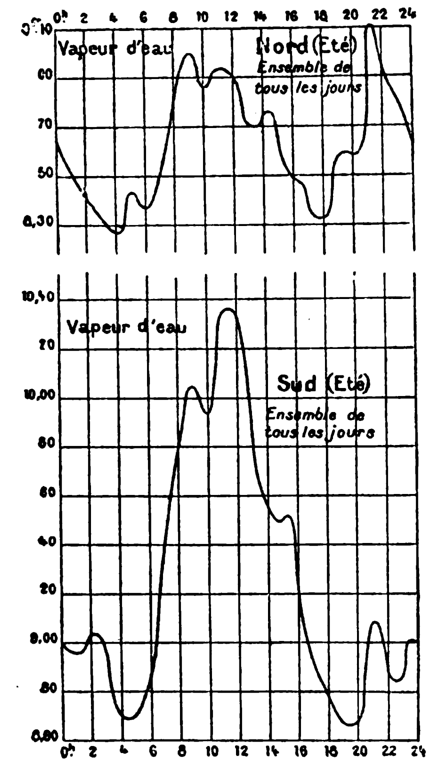


Fig. 3.

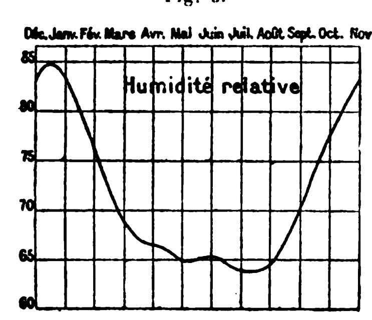


Fig. 4.

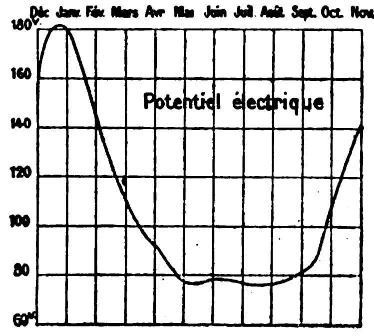


Fig. 5.

(fig. 4 et 5) semblent calquées l'une sur l'autre.

Tels sont les faits principaux constatés à l'Observatoire de Lyon; ils semblent impliquer l'existence de relations étroites, entre les variations et leurs causes, des trois phénomènes physiques qui précèdent; il serait donc très intéressant de savoir si la discussion des observations des autres stations électriques françaises conduit à des résultats analogues.

(*Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, séance du* 29 *juin* 1891.)

Sur des mesures de capacité, de self-induction et d'induction mutuelle, effectuées sur des lignes aériennes.

Par M. Massin

La capacité des lignes télégraphiques aériennes n'a pas été fréquemment mesurée. Quant aux mesures d'induction mutuelle et de self-induction, il n'en a pas encore été fait, ou tout au moins rien n'a encore été publié à cet égard, sauf une note dans les *Annales télégraphiques*, dans laquelle j'indiquais le commencement de ces expériences.

Cette lacune s'explique en partie par la difficulté qu'il y a à trouver des lignes permettant d'effectuer les mesures. Les conducteurs expérimentés ne doivent pas, en effet, se trouver sur les mêmes appuis que des fils qui travaillent, ni même être placés sur des appuis voisins; en outre, les fils installés sur les mêmes appuis que les conducteurs mesurés, ou sur des appuis voisins, ne doivent non plus, en aucun point de leur parcours, être soumis à des phénomènes d'induction de la part d'autres fils, ni prendre terre dans des bureaux où l'on manipule aux heures où s'effectue la mesure,

J'ai pu faire porter mes expériences de capacité et de self-induction sur trois circuits rentrant dans les conditions précitées.

« A. Ligne de 18 km, en fil de fer de 3 mm; deux fils placés à 0,40 m l'un de l'autre et à 4,50 m du sol en moyenne;

« B. Ligne de 50 km, dans les mêmes conditions que la ligne A;

« C. Ligne de 50 km, en fil de cuivre de 2,5 mm; deux fils placés à 0,50 m l'un de l'autre et à 5,50 m du sol en moyenne. »

Voici, en quelques mots, l'indication des méthodes employées et des résultats obtenus:

Capacité. — La capacité a été mesurée par la méthode de comparaison avec un condensateur, en chargeant la ligne avec une pile donnée et envoyant la décharge à travers un galvanomètre.

Grâce à un dispositif spécial, il ne s'écoulait aucun intervalle entre le moment où la pile cessait d'être en relation avec la ligne et celui où la ligne se déchargeait dans le galvanomètre; on évitait ainsi de laisser fuir, par les pertes, une

partie de la charge. En vue d'éviter les effets dus aux courants telluriques, effets sensibles sur des fils ne présentant que quelques mégohms d'isolement, on prenait la moyenne des élongations obtenues en intervertissant les pôles de la pile de charge.

L'expérience a été faite en prenant la capacité d'un fil par rapport au sol, puis en reliant le second pôle de la pile et la sortie du galvanomètre, non plus à la terre, mais à un second fil isolé, parallèle au premier et placé sur les mêmes appuis; on mesure ainsi la capacité d'un circuit bouclé.

Les résultats sont les suivants:

		Microfarad.
Ligne A. —	Capacité kilométrique par rapport au sol.	0,0097
—	Capacité kilométrique de l'ensemble des deux fils.	0,0070
Ligne B. —	Capacité kilométrique par rapport au sol	0,0099
—	Capacité kilométrique de l'ensemble des deux fils .	0,0069
Ligne C. —	Capacité kilométrique par rapport au sol	0,0092
—	Capacité kilométrique de l'ensemble des deux fils.	0,0065[1]

Le calcul donne 0,0067 pour la capacité d'un fil des lignes A ou B par rapport au sol.

Self-induction. — La méthode employée est l'une de celles qui ont été indiquées § 381 par M. Vaschy dans son *Traité d'Électricité et de Magnétisme.* On neutralise l'effet de self-induction au moyen d'un condensateur shunté par une résistance.

La première partie de la mesure exige que l'on obtienne au pont de Wheatstone un équilibre rigoureux pour le courant permanent; on y arrive théoriquement au moyen d'un fil de maillechort tendu sur lequel glisse un frotteur. Pratiquement, on obtient les meilleurs résultats avec un frotteur fixe, entre les pinces duquel glisse un fil enroulé en sens inverse sur deux petits tambours d'ébonite que l'on fait tourner à la main.

Les courants telluriques constamment variables n'ont pas permis de mesurer la self-induction d'un fil mis à la terre, mais seulement la self-induction d'une boucle formée de deux fils parallèles.

Les coefficients de self-induction ont été trouvés être :

	Quadrant.	
Pour la ligne A.	0,0121	par kilomètre
— B.	0,0129	—
— C.	0,0025	—

Dans ce troisième cas, le calcul donne 0,0022.

[1] Le système des deux fils a donc une capacité qui est les 7/10 de celle d'un fil par rapport au sol. Dans le cas de fils souterrains, on a rigoureusement la moitié.

Pour les deux premiers cas, une comparaison est inutile, puisque la perméabilité du métal intervient dans le calcul et que la perméabilité du fer des fils télégraphiques sur lesquels on opérait est inconnue. On peut, par contre, déduire cette perméabilité du coefficient de self-induction mesuré; elle serait de 100 environ.

Induction mutuelle. — L'induction mutuelle de deux fils a été mesurée par une méthode indiquée également par M. Vaschy dans l'ouvrage déjà cité, § 380, au moyen de la comparaison avec une capacité.

Le courant tellurique qui circule sur le fil induit a pour effet de faire sortir l'image lumineuse de l'échelle. On combat le courant tellurique avec une pile shuntée, ou bien on ramène l'image avec l'aimant directeur.

Sur la ligne A, les mesures ont attribué au coefficient kilométrique la valeur 0,0032. Ce chiffre demanderait à être confirmé.

Sur les lignes B et C, les résultats n'ont pas été assez comparables entre eux pour être cités.

Les recherches sur les coefficients de self-induction doivent être complétées par l'indication de ce coefficient dans le cas d'un fil unique; il faut pour cela éviter les inconvénients des courants telluriques, en disposant d'un circuit à fil unique, partant d'un bureau par une ligne et y revenant par une autre sans que les conducteurs qui le constitueront aient un parcours commun, soit entre eux, soit avec des fils en service ou influencés par des fils en service.

(*Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, séance du* 13 *juillet* 1891.)

Les hautes tensions, leur production, leur canalisation et leur emploi

Par M. Brown, directeur de l'établissement d'Oerlikon

Il serait inutile d'entrer ici dans les considérations théoriques qui expliquent qu'une quantité déterminée d'énergie électrique peut être transmise par un conducteur d'autant plus petit et avec une perte d'autant plus faible que la tension du courant est plus élevée. Le calcul le plus simple montre qu'on pourrait transporter d'immenses quantités d'énergie à des distances énormes avec une perte insignifiante, si la hauteur des tensions qu'on peut employer n'avait pas de limites en pratique.

Mais ici, comme en tout, il existe des limites pratiques qui circonscrivent le champ des applications. Elles sont déterminées par les considérations suivantes :

Quelles sont les plus hautes tensions qu'on puisse produire dans un appareil présentant une sécurité suffisante pour l'exploitation industrielle?

Quelles sont les plus hautes tensions qu'il soit possible de transporter au loin avec les moyens dont nous disposons?

Jusqu'à quel point pouvons-nous nous préserver des effets dangereux dès courants électriques de haute tension?

Jusqu'ici, l'on n'a pas employé couramment dans la pratique industrielle des tensions supérieures à 2000, 3 000 ou peut-être 4000 volts. Mais mes travaux sur le transport de la force et les projets, toujours plus grandioses, dont l'exécution apparaît aujourd'hui comme un besoin, avec d'immenses avantages pour l'économie publique, m'ont démontré que nous sommes encore bien loin de la limite de ce qu'il est possible de faire, si nous voulons conduire l'électricité à la victoire complète. Aussi, depuis plusieurs années, mes efforts ont tendu à introduire dans la pratique des tensions sans cesse plus élevées. Dans ces travaux, la question des moyens de production les plus rationnels de telles tensions est, naturellement, au premier plan.

Si nous considérons de près sous ce rapport nos machines à courants continus, nous arrivons bien vite à la limite des possibilités pratiques. La disposition naturelle de l'enroulement de l'armature et la nécessité d'un collecteur mettent à la construction de telles machines pour de très hautes tensions des obstacles presque insurmontables, du moins avec les matériaux isolants que l'on possède aujourd'hui.

J'ai construit des machines à courant continu jusqu'à 2 000 et 2 500 volts qui peuvent fonctionner jour et nuit sans aucune espèce de difficulté; mais leur construction m'a prouvé que s'il n'est pas absolument impossible d'aborder de plus hautes tensions avec ce genre de machines, ces tensions conduiraient à des relations, particulièrement entre l'isolant et le cuivre de l'armature, qui nécessiteraient des dimensions dépassant ce que permet l'économie.

Ces relations s'établissent beaucoup plus favorablement dans la machine à courants alternatifs, qui doit fournir directement un courant de haute tension. Les parties constituantes de l'enroulement de l'armature, entièrement séparables, et dont chacune n'engendre qu'une fraction de la tension totale, la suppression du collecteur et la possibilité de faire l'armature complètement fixe et de donner le mouvement de rotation au champ magnétique rendent la machine à courants alternatifs beaucoup plus propre à la production des tensions élevées.

Les grandes machines Ferranti en donnent un exemple bien connu. Dans ces machines, les bobines de l'armature forment deux à deux un tout en quelque sorte indépendant et sont rattachées à l'armature par une épaisse couche d'excellente matière isolante; en outre, les noyaux magnétiques et les bobines sont enfermées dans des caisses d'ébonite.

L'emploi d'un si excellent isolant n'est d'ailleurs possible que dans de très grandes machines, parce que les parties constituantes de l'isolation ne doivent pas jouer un rôle trop prépondérant en comparaison de la partie active de l'enroulement.

Toutes les machines destinées à la production directe des courants de haute tension, quelle que soit la perfection de leur construction, offrent ce désavantage qu'en marche elles nécessitent toujours des manipulations offrant un certain danger pour le personnel de service.

L'appareil idéal pour la réalisation de notre but ne pourrait donc être qu'une combinaison dont les organes resteraient absolument immobiles, qui n'exigerait pas un service continu, et dont la construction serait telle qu'il puisse fonctionner pendant des années sans qu'il y ait besoin d'y toucher. Ceci nous conduit à considérer quel parti l'on pourrait tirer des transformateurs.

L'objet des transformateurs — soit dit en quelques mots — est de changer, dans des bobines fixes un courant alternatif de n'importe quelle tension en un autre de tension plus élevée ou moindre. Le rapport de cette transformation est, en général, entièrement à notre volonté. Ils nous donnent la possibilité de transformer une très basse tension en une tension aussi haute qu'il nous plaît; mais ici encore, nous rencontrons des considérations pratiques dont on doit tenir compte, si l'on veut que le transformateur réponde d'une manière complète à son but.

Pour rendre bien claires ces considérations, il est indispensable d'abord que j'explique les idées qui m'ont servi de guide dans la construction des transformateurs que j'ai combinés pour les besoins ordinaires de l'éclairage électrique.

Un transformateur doit, à mon avis, être construit de telle façon qu'on puisse, d'abord, en démonter facilement les différentes parties constitutives. Pour cela, il faut que l'enroulement primaire et le secondaire soient indépendants l'un de l'autre et qu'ils puissent être à chaque instant séparés l'un de l'autre et de la masse de fer. La construction des bobines doit être telle qu'on puisse la faire sans le concours d'ouvriers spéciaux et simplement sur un tour quelconque, car c'est ainsi qu'on est le plus certain d'arriver à une exécution irréprochable et que l'appareil pourra le plus facilement être examiné et réparé en tous lieux et en tous temps. L'isolation, tant entre les deux enroulements qu'entre eux et le fer, doit être telle qu'un contact entre les deux enroulements soit impossible. Enfin l'agencement général et la protection extérieure de l'appareil doivent écarter tout danger quels que soient le lieu et les circonstances.

Tout le monde conviendra avec moi qu'un transformateur répondant à ces conditions serait l'appareil le plus sûr, le plus idéal qu'il soit au pouvoir de la technique de produire. Or j'ose affirmer que ce ne sont pas des désirs platoniques que je viens d'exprimer, mais qu'il est possible de construire de tels transformateurs. Les appareils

que fabriquent aujourd'hui les ateliers d'Oerlikon sont là pour le démontrer.

Je parle ici, bien entendu, du transformateur ordinaire, c'est-à-dire pour des tensions de 2000 à 3000 volts ou un peu plus, mais non des transformateurs pour 20, 30 et 40 000 volts. Car s'il est possible de faire fonctionner à ces tensions un transformateur ordinaire construit suivant les procédés ordinaires au moment où il sort de l'atelier, ses qualités disparaîtront bientôt sous l'influence de l'air dont presque tous les matériaux isolants en usage absorbent plus ou moins l'humidité. Il faut donc introduire un nouveau facteur dans l'appareil : l'emploi de l'huile comme isolant.

Les huiles comptent, on le sait, au nombre des matières les moins conductrices. Leur propriété de pouvoir remplir complètement tous les pores des matières employées à l'isolation, comme le coton, la toile, le papier, etc., et d'en fermer l'accès à l'air et à l'eau nous permet de rendre ces matières insensibles à l'influence atmosphérique. L'expérience suivante montre quelle haute isolation on obtient au moyen d'une huile de résine épaisse.

On tresse ensemble les extrémités de deux fils métalliques enveloppés de coton, et on les plonge dans un vase rempli d'huile (fig. 1) qu'on fait

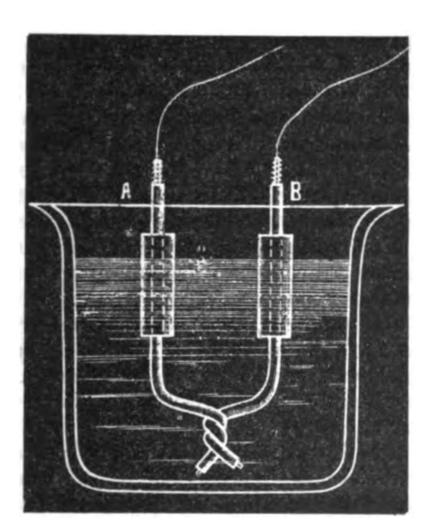


Fig. 1.

chauffer longtemps pour expulser complètement l'eau du coton et de l'huile. On fait entrer sur les fils deux tubes en verre qui plongent en partie dans l'huile, et l'on verse une couche d'eau à la surface de celle-ci. Si maintenant l'on relie les bouts supérieurs des deux fils, qui émergent du liquide, aux pôles d'une machine à influence, on peut produire entre eux, à travers l'air, des étincelles de plusieurs centimètres de longueur, sans qu'il vienne la moindre décharge entre les deux portions tressées, noyées dans l'huile. C'est une démonstration frappante de l'isolation et de la résistance aux décharges auxquelles on peut atteindre avec l'huile.

Le premier emploi de l'huile pour cet usage a probablement été fait par Brooks pour ses conduites souterraines; il tirait des câbles à isolation ordinaire à travers des tuyaux, puis remplissait ceux-ci d'huile.

Je l'ai introduite dans les transformateurs comme moyen d'isolation pour les hautes tensions en plaçant l'appareil tout entier dans une caisse en fonte qu'on remplit ensuite d'huile et qu'on chauffe longuement jusqu'à plus de 150° centigrades. Les avantages assurés par ce procédé sont les suivants :

L'huile pénètre tous les pores, toutes les fentes de l'appareil en chassant complètement l'air et l'humidité, et recouvre le transformateur en entier. Ceci rend excessivement faibles les chances de percement de l'isolant et soustrait absolument le transformateur aux influences extérieures du temps, de la poussière, etc. A ces influences, l'appareil ne présente plus que la surface de sa nappe d'huile qui, liquide, forme une masse toujours compacte qui ne peut se crevasser à la longue, comme le fait, par exemple, la paraffine.

Il va sans dire qu'un tel transformateur n'en doit pas moins être construit dans les meilleures conditions, que l'enroulement des bobines doit être entouré des plus grands soins, que toutes les couches de fil doivent être séparées entre elles par un isolant de premier choix. Les deux enroulements doivent être parfaitement isolés l'un de l'autre, ce qui s'obtiendra particulièrement en laissant une distance convenable entre eux.

L'établissement des fils abducteurs doit être aussi l'objet d'un soin spécial.

La construction de la bobine à basse tension est extrêmement simple. Comme il n'est pas besoin, pour obtenir du transformateur un courant de 30 000 volts, de mettre en œuvre un courant primaire de 2 ou 3 000 volts, mais qu'il suffit de courants de 20, 30 ou 50 volts suivant la grandeur, l'enroulement primaire du transformateur ne consiste qu'en peu de tours de fil de très gros diamètre, auxquels il ne faut qu'une isolation tout à fait ordinaire.

Les premiers transformateurs que j'ai construits sur les idées que je viens d'exposer sont ceux avec lesquels on a fait à Oerlikon les expériences que je rapporterai plus loin. Je les ai fait travailler à 40 000 volts, aussitôt prêts, sans la moindre difficulté.

Après avoir montré comment l'intervention des transformateurs, tels que je les comprends, permet la production de tensions extraordinairement élevées, je vais exposer en peu de mots l'ensemble de l'organisation de la station géné-

ratrice. Je sous-entends que cette organisation ne s'applique qu'à de grands établissements ; pour de petites forces, elle ne serait rationnelle ni au point de vue de l'effet utile, ni à celui de l'économie d'installation.

Le générateur de courant sera une machine à courants alternatifs à tension aussi faible que possible, car c'est là la condition dans laquelle une dynamo peut être la plus parfaite. Pour bien faire apprécier cette remarque, je citerai cet exemple, que l'enroulement des armatures des machines motrices de l'établissement d'Oerlikon consiste en verges de cuivre de 30 millimètres d'épaisseur, dont l'isolation ne consiste absolument qu'en tubes de papier qui les revêtent. On sera peut-être surpris d'apprendre que l'enroulement d'une dynamo puisse être formé de barres si massives. Pour en rendre l'emploi possible, elles reposent dans des trous fermés du fer de l'armature; c'est une construction que j'avais adoptée dès 1885 pour mes dynamos ordinaires à courants alternatifs. Si l'on se représente une armature d'environ 40 volts de tension, où l'enroulement se compose de tels barreaux de cuivre encastrés inébranlablement dans le fer, on m'accordera sans réserve que la machine doit, ainsi que je l'affirme, fonctionner sûrement et absolument sans danger, même en la surchargeant jusqu'aux dernières limites.

Le courant de cette machine est dirigé sur un transformateur que son rempart d'huile met absolument à l'abri non seulement de l'humidité et de la poussière, mais de tout contact humain. Il s'y change en courant de haute tension. Après mes explications de tout à l'heure, on n'hésitera pas non plus à accepter cet appareil.

Il me reste à dire un mot des appareils de mesure et de sûreté nécessaires à la station.

Toutes les manœuvres de commutation et toutes les mesures peuvent évidemment s'effectuer sous basse tension. Elles ne comportent donc pas plus de dangers que celles des stations à courant continu de basse tension. Tout au plus y aurait-il lieu d'ajouter, pour le contrôle de la tension secondaire, un voltmètre statique qui, du reste, peut facilement s'installer en excluant toute possibilité d'attouchement, puisqu'on ne s'en sert que pour y lire sur l'échelle.

Il faut, en outre les appareils de sûreté de toutes les stations : des coupe-circuit fusibles, intercalés dans le câble de haute tension et dans celui de basse tension, pour prévenir les courts circuits ; des disjoncteurs à minimum de courant pour le cas de rupture d'un conducteur; des appareils statiques pour se garantir des formations de terre.

Dans les établissements dont il s'agit, tous ces appareils doivent être combinés de telle sorte que leur fonctionnement interrompt à l'instant tous les circuits, ou, plus simplement encore, le courant excitateur de la machine.

Muni de ces appareils de sûreté, l'établissement satisfera aux exigences les plus rigoureuses qu'on puisse imposer à son exploitation.

Je puis maintenant quitter le chapitre de la production des courants de haute tension, et aborder celui de leur transmission à grandes distances.

Une telle transmission, par de longues conduites à travers les campagnes, ne peut être qu'aérienne. Je sais que pour cela l'électricité a encore à lutter contre maints préjugés; mais avec le temps et l'expérience nous en aurons raison. Pour moi, mes expériences sont faites: il est hors de question qu'une conduite aérienne peut être arrangée pour satisfaire absolument à toutes les conditions qu'on peut imposer à n'importe quelle sorte de construction. On finira par se faire une idée plus exacte de tout cela ; les difficultés dont la concession de conduites à ciel ouvert est encore entourée disparaîtront, et les prescriptions deviendront plus précises.

La première question qui se pose, lorsqu'on étudie l'établissement d'une conduite à haute tension, est comment elle peut être isolée convenablement à ses points d'appui.

Les isolateurs ordinaires de télégraphes (forme de double cloche) ont un pouvoir isolant assez élevé dans l'air bien sec. Mais ils le perdent en partie avec l'humidité. La surface des isolateurs livre passage au courant.

Il faut, encore ici, appeler l'huile à notre secours. On en a le moyen dans les isolateurs Johnson et Phillips, depuis longtemps connus. Ces isolateurs consistent en une cloche en porcelaine ou en grès cérame dont le bord d'en bas est replié à l'intérieur et forme une rigole (fig. 2). La rigole est remplie d'une huile plus légère que l'eau. L'huile interrompt la continuité de la nappe d'humidité qui conduirait le courant; car, s'il se condense de l'eau dans la rigole, elle va au fond. Il n'y a pas à craindre que l'eau finisse par remplir la rigole; ce qui peut se condenser sur un isolateur est trop peu de chose. Il faudrait des années pour que ce qui s'est amassé vaille qu'on y regarde.

Le pouvoir isolant de ces isolateurs est extrêmement élevé. M. le professeur H.-F. Weber, de Zurich, a fait en 1887 des essais sur la ligne Soleure-Kriegstetten, construite un an et demi auparavant et à laquelle on n'avait jamais touché depuis. Cette ligne qui a 24 kilomètres est faite avec des isolateurs de ce genre. M. Weber n'a pas pu constater la moindre perte avec un courant de 2 000 volts. L'isolation était autant dire absolue.

Cependant je trouve que ces isolateurs ne suffisent pas encore avec des tensions décuples ou vingtuples. J'ai proposé d'y faire plusieurs perfectionnements.

La manière la plus simple d'amplifier l'isolation est de superposer plusieurs isolateurs; par

exemple, deux isolateurs sur une traverse en portent un troisième; ou, pour gagner de la place, deux isolateurs sont mis l'un au-dessus de l'autre (fig. 3). On peut obtenir le même effet d'un isolateur unique; il faut que la pièce du

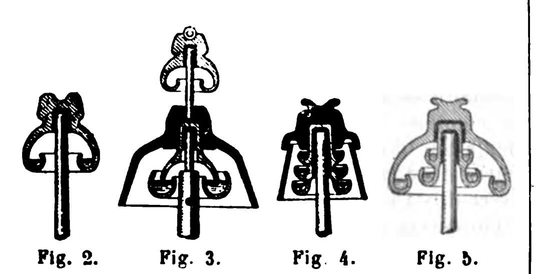


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

milieu soit en porcelaine, ceinte de trois rigoles pour l'huile (fig. 4) et par dessus, il faut une tête en fonte qui sert de support à un manteau en verre. Si l'on craignait que les isolateurs fussent brisés par malveillance, on pourrait remplacer ce manteau de verre par un manteau de fer.

Une autre construction serait de mettre sur la pièce à rigole du milieu une cloche en porcelaine avec le bord inférieur replié en rigole (fig. 5).

On peut imaginer d'autres combinaisons du même genre, dans lesquelles le chemin est barré au courant par plusieurs nappes d'huile successives.

Naturellement, ces isolateurs ne peuvent pas rester abandonnés à eux-mêmes indéfiniment. Il faut les visiter, les nettoyer, et les remplir d'huile fraîche à de longs intervalles. Je ne vois pas du tout d'inconvénient à cela; au contraire, c'est un grand avantage, puisque cela fournit l'occasion de contrôler les attaches des fils aux isolateurs, l'état des poteaux, enfin divers détails auxquels la sûreté tient, et qu'on ne néglige que trop facilement.

Après l'isolateur, vient la construction des poteaux et leur écartement.

Les poteaux en bois sont toujours ceux qu'on emploie le plus. Il est toujours désirable de réduire le plus possible le nombre des points d'appui dans les conduites dont nous parlons. Il faudra choisir des poteaux très forts et les planter à 80 ou 100 mètres.

Avec de grands mâts en fer, l'écartement des points d'appui peut être porté à 200 mètres ; la force du conducteur doit être en conséquence.

En tous cas, il faut donner la plus grande hauteur possible aux appuis, et suspendre la conduite au-dessus de tout, surtout des fils téléphoniques et télégraphiques.

Où la conduite croise des routes, des chemins de fer ou d'autres fils, il faut encore suspendre aux poteaux un filet dans lequel le conducteur tombera, s'il vient à se rompre. Ces appareils protecteurs doivent avoir une bonne communication à la terre. Aux croisements d'autres lignes de fils, il serait bon de s'arranger de manière que tous les fils soient attachés à un seul et même poteau ; c'est le moyen d'établir le plus facilement des appareils pour protéger les fils les plus bas de la rupture des plus hauts.

Il va de soi que lorsqu'il s'agit de très hautes tensions, il faut apporter le soin le plus extrême à ces points de l'installation ; mais il n'y a guère de cas dans lequel on ne puisse trouver le moyen d'écarter tout danger.

Enfin, j'ai encore à parler d'une classe d'appareils dont ces conduites doivent absolument être munis ; je veux dire des paratonnerres. Il en faut non seulement aux deux extrémités de la conduite, mais aussi de loin en loin sur la ligne. Ils doivent être apposés de telle façon qu'après le passage de la foudre, la communication à la terre soit interrompue automatiquement. Cela peut se faire, par exemple, au moyen de deux charbons qui vont en s'éloignant et qui une fois la décharge produite, se rapprochent de nouveau pour être prêts à fonctionner.

A quelles distances ces parafoudres doivent-ils être échelonnés sur la ligne ? Cela ne peut pas se déterminer exactement. Il faut procéder par tâtonnements en prenant le plus de précautions possibles, et puis laisser parler l'expérience.

Cet exposé fait, il ne me reste plus à toucher qu'un point sur lequel, il est vrai, on ne peut dire rien de précis. Je veux parler de la perte de courant par l'air. Jusqu'ici je n'ai pu faire aucune constatation sûre à cet égard.

Peut-être l'expérience des mois qui vont suivre nous dira-t-elle si ces pertes jouent un rôle dans de très longues transmissions et à quelles tensions. En tous cas, elles sont beaucoup moins à craindre qu'on ne l'a presque universellement admis jusqu'ici.

Ayant démontré que, s'il reste encore çà et là des points à éclaircir, la transmission de courants de très hautes tensions est en tous cas possible, je vais passer à l'examen de l'emploi de ces courants.

Ce n'est que rarement que les installations de ce genre auront pour but la reconversion de l'énergie transmise en force mécanique sur un seul point. En général, le courant électrique sera réparti entre différents besoins : force motrice, éclairage, etc. Jamais on ne l'emploiera directement à très haute tension ; jamais on ne le livrera sous cette forme aux consommateurs.

Presque toujours, le courant sera retransformé une et même deux fois. La tension de 30 000 volts sera convertie en 1 000 à 2 000 volts dans des stations réductrices correspondant aux stations centrales actuelles ; c'est sous celle-ci que le courant sera distribué, soit aux consommateurs, soit à des sous-stations transformatrices.

Peut-être l'ensemble de ces combinaisons, depuis la station primaire jusque chez le con-

sommateur, paraît-il compliqué et les frais d'installation disproportionnés.

Mais un examen plus attentif donne la conviction du contraire. D'abord pour la station primaire, il faut faire entrer en compte que les dynamos produisant le courant sous très faible tension coûtent beaucoup moins que celles à haute tension; la différence peut aller jusqu'à balancer à elle seule le coût des transformateurs primaires.

Les machines à basse tension donnent un plus grand effet utile; sous ce rapport aussi, la différence à laquelle peut conduire la combinaison des dynamos et des transformateurs est insignifiante, 1 ou 2 0/0 tout au plus. Mais le plus grand point, c'est la réduction du poids des matériaux pour la conduite, et de la perte dans celle-ci ; réduction énorme, qui équilibre, et au delà, l'excès des frais d'installation du chef des transformateurs et la perte dans la transformation.

Un seul exemple :

Supposons qu'on ait à transporter 500 chevaux à 20 kilomètres. D'une part, on pourra, par exemple, produire le courant à 5 000 volts dans les dynamos et consentir une perte de 10 0/0 dans la conduite. D'autre part, on peut porter la tension à 30 000 volts par la transformation, et travailler à 3 0/0 de perte seulement. Dans le premier cas, il faudrait un conducteur en cuivre de 90 mm^2; dans le second cas, un conducteur de 9 mm^2 seulement de section; ce qui donne un poids de cuivre de 32 tonnes pour le premier, et de 3,2 tonnes pour le second. Le poids du cuivre est donc réduit au dixième; et pourtant la tension de 5 000 volts, que nous avons admise pour le premier cas, est déjà passablement élevée.

Faisons maintenant la comparaison pour l'effet utile.

L'effet utile d'une machine de 500 chevaux à 5 000 volts s'élève au maximum à 92 0/0; comptons sur une perte de 10 0/0 dans la conduite; cela fait 83 0/0 de rendement à l'autre bout. Dans le second cas, l'effet utile de la combinaison de dynamo et transformateur monte à 90 0/0; le rendement de la conduite, à 97 0/0; l'effet utile du transformateur secondaire, à 97 0/0. Le rendement final sera donc supérieur à 84 0/0. A cela s'ajoute que le courant arrive sur place à l'état qu'on voudra, tandis que dans le premier cas il faut le prendre à 4 500 volts environ, c'est-à-dire sous une tension fort peu commode qu'il faudra le plus souvent transformer.

Ceci démontre péremptoirement que la deuxième combinaison est plus économique que la première.

Je dois ici faire remarquer que l'idée de la double transformation et de la tension très élevée entre les deux n'est point du tout nouvelle. Dès 1886, j'ai présenté à la ville de Naples un projet dans lequel je proposais de transmettre le courant à 10 000 volts. Mais les moyens de réalisation étaient encore insuffisants à cette époque, et le projet ne fut pas exécuté.

L'usage auquel est destiné le courant déterminera le choix de l'espèce de courant à adopter pour la distribution.

S'il ne s'agit que de faire marcher quelques grands moteurs, ou d'éclairage électrique à l'exclusion d'autres emplois, le courant alternatif ordinaire suffit. Si l'on se propose, au contraire, de combiner l'éclairage électrique avec l'alimentation d'un grand nombre de petits moteurs, on donnera la préférence aux courants alternatifs à phases multiples.

J'ai essayé d'exposer comment il est possible, à mon avis, de transmettre l'énergie électrique à de grandes distances en employant les courants de haute tension.

Il est à peine nécessaire que je m'étende sur l'importance de telles installations pour l'industrie, au service de laquelle serait mise l'immense quantité des forces naturelles disponibles.

Je ne prétends nullement avoir dès à présent résolu toutes les questions dont se compose le problème. Une longue expérience pratique pourra seule conduire à la solution complète de chaque point; aujourd'hui nous n'avons encore à notre disposition que quelques essais en petit, qui ne peuvent en aucune façon être pris comme guide définitif.

Les journaux ont déjà fait connaître en grande partie ces essais. Je crois néanmoins devoir y revenir en quelques mots.

Les essais en question, qui ont été rendus publics, ont été faits à la demande des gouvernements intéressés à la concession du transport de force de Lauffen à Francfort, projeté à l'occasion de l'Exposition qui doit avoir lieu dans cette ville. Avant d'exécuter sur une grande échelle des appareils du genre dont il s'agit, j'avais, pour m'édifier personnellement sur leur fonctionnement, fait construire deux petits transformateurs d'environ 5 000 watts pour 30 000 volts de tension. Avec leurs petites dimensions, ces appareils, construits sur les données exposées plus haut, ne pouvaient prétendre à un effet utile favorable ; c'était uniquement des appareils d'essai. Je les fis relier à un conducteur en cuivre qui reposait sur une centaine d'isolateurs à ceinture liquide, et fis intercaler un nombre correspondant de lampes à incandescence dans le circuit secondaire du second.

Le courant primaire était fourni par une petite machine à courants alternatifs de 100 volts, mise en mouvement par un électromoteur. L'installation fut prête en novembre dernier. Depuis cette date, elle a marché presque chaque jour, souvent par les temps les plus défavorables, sous des tensions jusqu'à 40 000 volts. Pas la moindre anomalie n'a jamais été remarquée ni aux transformateurs, ni à la conduite. En marchant des journées entières à 30 000 volts et avec les lampes en circuit,

on a trouvé que la consommation de courant était parfaitement constante et qu'elle n'était pas plus forte que lorsqu'on supprimait la conduite et qu'on reliait directement les deux transformateurs l'un à l'autre. Même en mettant l'un des pôles de l'installation à la terre, on remarquait à peine une perte sous la tension de 30 000 volts.

Je ne prétends d'ailleurs pas que ces essais aient rien démontré concernant les isolateurs. J'ai expliqué plus haut comment ces organes devraient être construits.

Pour conclure, la transmission de l'énergie électrique au moyen de courants à 30 000 volts, par exemple, de tension rendra possible la distribution de l'énergie par voie électrique à très grandes distances, conduira à l'utilisation de beaucoup de sources d'énergie aujourd'hui perdues et répandra, de la manière la plus large, les bienfaits du courant électrique dans toute l'industrie. Il n'y a absolument pas de doutes sur la possibilité d'exécution de telles installations selon le mode que j'ai combiné. Cependant je ne me dissimule pas qu'il reste encore à apprendre et à améliorer par la pratique beaucoup de questions sur lesquelles il ne nous est pas possible, aujourd'hui, d'asseoir notre jugement. J.

(*Soc. électr. de Francfort-s.-M., séance du* 9 *février* 1891.)

CHRONIQUE

La catastrophe de Saint-Mandé et l'éclairage électrique des trains. — La catastrophe de Saint-Mandé, dans laquelle cinquante voyageurs ont perdu la vie, la plupart brûlés dans l'incendie des voitures ou asphyxiés par le gaz d'huile dégagé des réservoirs brisés — ainsi que l'établit l'enquête de MM. le Dr Brouardel et consorts — montre que l'éclairage électrique des trains de chemins de fer n'est pas seulement une affaire de confortable pour les voyageurs ou d'économie pour les Compagnies, mais une question de sécurité qui peut, à un moment donné, prendre les proportions d'une question de vie ou de mort.

Déjà, dans l'accident de Wannsee, près de Berlin, en 1888, un grand nombre de voyageurs ont été affreusement brûlés par le gaz d'huile sans qu'il fût possible de rien faire pour les secourir. A cet avertissement, la catastrophe de Saint-Mandé vient d'en ajouter un plus terrible encore. Espérons qu'il n'en faudra pas un troisième.

Lorsque l'éclairage au gaz d'huile fut introduit dans les voitures de chemin de fer, il y a une douzaine d'années, on y vit un véritable progrès, et c'en était réellement un à cette époque. Depuis, on est devenu beaucoup plus exigeant, par suite de l'emploi toujours grandissant de la lumière électrique, et l'éclairage au gaz d'huile, admiré jadis, ne répond plus aux besoins d'aujourd'hui. Le voyageur de nos jours veut être éclairé luxueusement et il a raison. Que font deux ou trois centimes de plus ou de moins, dans le prix d'un voyage de quarante ou cinquante francs, pour être bien éclairé?

L'éclairage ne doit pas seulement être abondant, il faut que la lumière soit fixe. Le gaz d'huile ne remplit pas toujours cette condition, surtout par les temps orageux. Un autre inconvénient du gaz d huile est son odeur désagréable qui rend quelquefois insupportable le séjour des voitures. Enfin, dans les accidents de chemin de fer, le gaz peut devenir un grand danger.

Il est clair que l'éclairage électrique est celui qui répond le mieux aux exigences spéciales des chemins de fer. On a tort de s'attacher beaucoup trop à la question du prix. Il est facile de démontrer qu'elle est à peu près indifférente. L'éclairage au gaz d'huile, en effet, coûte, suivant les lignes, 3,917 à 7,187 centimes par lampe-heure. Prenons quatre personnes faisant dans un coupé de première classe un voyage de dix heures, qui leur coûte (ensemble) 244,50 fr. L'éclairage entre dans ce prix pour environ 0,50 fr. S'il devait même coûter le double, et si l'excédant était supporté par le voyageur, chacun aurait à payer une douzaine de centimes de plus pour sa place.

Mais ceci n'est même pas en question, car il paraît qu'il est possible d'éclairer les voitures de chemin de fer à meilleur marché même par la lumière électrique que par le gaz d'huile. Il y a un certain temps, un établissement électrotechnique à Cannstatt évaluait le prix de revient entre 0,0325 fr et 0,0420 fr par lampe-heure. Aujourd'hui, l' « Elektriciteits Maatschappij Systeem de Khotinsky », d'Amsterdam, établit un système d'éclairage électrique, actuellement à l'essai sur une voiture de la ligne de Francfort-Fulda, dans des conditions qui ont beaucoup d'analogie avec celles de l'éclairage au gaz d'huile.

Nos lecteurs trouveront dans le prochain numéro de l'*Électricien* la description de ce système ainsi qu'une communication faite à la Société des Ingénieurs civils anglais par M. W. Langdon.

Appareil de levage actionné par l'électricité. — Les grands moulins de Verdun possèdent depuis quelque temps une grue actionnée par une transmission électrique. Cette grue, installée sur le quai de la République, décharge les bateaux de blé qui arrivent par le canal de la Meuse.

Pour cette installation, réalisée par M. Chatiliez, directeur de la station hydraulique d'éclairage électrique de Verdun, on a utilisé comme génératrice la machine dynamo qui fonctionne dans les moulins depuis plusieurs années pour la production de la lumière électrique; la réceptrice, placée à 200 mètres environ, a été étudiée spécialement pour ralentir au moment de l'embrayage, et reprendre ensuite, de manière à monter les sacs à l'allure convenable et éviter ainsi un enlèvement trop brusque qui, entre autres inconvénients, pourrait détériorer les sacs. A cet effet elle est simplement excitée en dérivation. Elle est munie de balais en charbon qui, malgré les trépidations de la grue, donnent d'excellents résultats; le collecteur se conserve en parfait état malgré le décalage assez considérable qui se produit à l'embrayage, l'usure et les étincelles affectant uniquement les balais.

Comme pour l'éclairage la génératrice produit le courant à 110 volts, la réceptrice absorbe 4 ampères à vide, et 25 ampères pour monter des sacs de 100 kilos.

Les services rendus par ce monte-sacs sont très appréciés, il permet de décharger bien plus économiquement et plus rapidement, et le travail des déchargeurs est bien moins pénible.

Ce genre d'application de la transmission électrique de la force motrice intéresse au plus haut point l'industrie meunière en particulier; nul doute que les nombreux minotiers qui, comme MM. Couten et Duhamel, propriétaires des moulins de Verdun, possèdent déjà des dynamos pour l'éclairage, et se servent presque exclusivement des canaux pour leurs arrivages ou leurs expéditions, ne se décident à bref délai à suivre leur exemple.

Les câbles sous-marins. — Le *Propagateur*, de la Martinique, annonce que la Société française des Télégraphes sous-marins a décidé d'immerger un câble entre Saint-Pierre et Fort-de-France, afin de relier directement le centre commercial de l'île à son bureau central.

C'est une commodité de plus offerte au commerce, qui ne peut manquer d'en savoir gré à la Compagnie. Cette opération sera entreprise aussitôt l'arrivée du *Westmeath*, qui vient d'effectuer heureusement la pose du câble du Brésil. Vers la fin du mois, elle sera achevée, établissant la communication directe entre Saint-Pierre et le réseau général.

Le *Westmeath* sera à Fort-de-France dans une quinzaine de jours. Si nous sommes bien renseignés, le câble atterrira à l'anse Bellevue, en face de la minoterie de MM. Blaisemont.

— L'adjudication pour l'établissement de deux câbles sous-marins devant relier Marseille à Oran et à Tunis est fixée au jeudi 27 août.

La téléphonie en France. — Le nombre des réseaux téléphoniques augmente tous les jours. Depuis le 1er juillet le public est admis à utiliser les réseaux suivants : Épernay, Reims, Fécamp, Étretat, le Havre, Angers, Roanne. Depuis le 8 juillet la ligne téléphonique Dunkerque-Lille, est ouverte à l'exploitation; depuis le 15 juillet le réseau d'Orléans est mis en service.

Le 1er août ont été inaugurés les circuits Grasse-Cannes et Paris-Fontainebleau.

On annonce d'autre part l'achèvement du réseau téléphonique urbain de Toulouse.

— Le Conseil d'État, statuant au contentieux, sous la présidence de M. Laferrière, a rendu son arrêt sur les diverses requêtes présentées contre l'Etat par la Société des Téléphones.

Voici le dispositif de l'arrêt :

« Article premier. — Les requêtes de la Société générale des téléphones contre les arrêts ci-dessus visés des présidents des Conseils de préfecture des départements de la Seine, du Rhône, de la Gironde, des Bouches du-Rhône, de la Loire-Inférieure, de la Seine-Inférieure de la Loire, du Pas-de-Calais, d'Alger et d'Oran et contre les arrêtés du ministre du commerce du 30 août 1889 sont rejetés.

« Art. 2. — Les experts nommés en exécution de l'arrêté du Conseil de préfecture du département de la Seine, en date du 25 février 1890, dresseront l'inventaire et feront l'estimation de tous les objets qui, d'après les prétentions respectives des parties, pourraient être considérées comme faisant partie du matériel rentrant dans les termes du cahier des charges.

« Art. 3. — Ledit arrêté est réformé en ce qu'il a de contraire à la disposition qui précède.

« Art. 4. — Le surplus des conclusions de la Société générale des Téléphones contre ledit arrêté et les conclusions du ministre du commerce relatives à la mission donnée aux experts sont rejetés. »

L'arrêt est muet sur les dépens.

Éclairage électrique de l'entrepôt de Bercy. — Dans sa séance du 24 juillet, le Conseil municipal de Paris a accordé à M. Popp la concession de l'éclairage électrique de l'entrepôt de Bercy. La lampe-heure de 10 bougies, pour l'éclairage public, sera taxée 1, 8 centime.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

2e Série. — Tome II. N° 33 15 Aout 1891.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

CONSTRUCTION D'APPAREILS DE MESURE

Si l'*Électricien* compte parmi ses lecteurs des fabricants d'appareils d'électrométrie, et c'est plus que probable, qu'ils ne craignent pas que nous donnions ici le moyen de se passer d'eux ; loin de nous semblable prétention ; mais il est inutile d'insiter sur ce point si connu, que les appareils de mesure sont chers, que l'installation d'un laboratoire d'électrométrie, même incomplet, nécessite une dépense assez forte, malgré, il faut le reconnaitre, les efforts de plusieurs constructeurs tendant à en mettre le prix à la portée de toutes les bourses ; et bon nombre de chercheurs travaillent dans le vide, sans but bien déterminé et sans résultat, parce qu'ils ne veulent ou ne peuvent pas supporter les frais d'une installation qui leur rendrait tant de services, en leur épargnant une foule de tentatives et d'expériences inutiles, puisqu'ils n'en peuvent tirer aucune conclusion. Nous n'avons pas, nous le répétons encore, la prétention de combler cette lacune, mais si on remarque que, pour les besoins de la pratique courante, il n'est pas indispensable d'avoir des appareils d'une précision si rigoureuse, que, même une station centrale d'importance moyenne usant de courant continu surtout, peut se contenter d'instruments d'une précision *industrielle*, si enfin, on vise d'abord à l'économie, on pourra trouver suffisants des appareils peu coûteux, faciles à construire soi-même sans grande dépense, et, quoique ne pouvant lutter sous aucun rapport avec ceux des constructeurs spécialistes, pouvant néanmoins rendre bien des services. — Les appareils que nous avons construits et qui nous servent depuis deux ans réalisent ces conditions, sans d'ailleurs aucun mérite nouveau ni qualité spéciale ; ils n'ont enfin que l'avantage du bon marché et de la facilité de construction, avec toutefois une exactitude suffisante dans la plupart des cas.

Les mesures les plus simples et aussi les plus fréquentes sont celles des trois grandeurs dont la relation est connue sous le nom de formule d'Ohm ; quoique deux suffisent pour connaître la troisième, il est presque toujours plus commode de pouvoir les mesurer toutes les trois, ne serait-ce que pour la rapidité de la mesure et la facilité de contrôle ; c'est ainsi, par exemple, qu'on mesure plus rapidement une intensité directement, qu'en cherchant la valeur de la force électromotrice et de la résistance qui en dépendent, dont il faudra, après, calculer le rapport pour en déduire la quantité cherchée, et de même pour les deux autres grandeurs. De plus, on peut contrôler la mesure directe par une mesure indirecte, et quand les appareils ne sont pas d'une précision absolue, c'est un avantage ; nous avons donc construit les nôtres pour mesurer les trois grandeurs séparément. — Nous laisserons de côté les mesures de capacité, d'isolement, méthodes balistiques, etc... qui exigent des appareils tout à fait précis, et qui, d'ailleurs, se présentent en pratique beaucoup plus rarement que les premières ; nous dirons seulement que le galvanomètre des tangentes décrit plus bas peut être employé comme galvanomètre balistique puisqu'il n'est pas *amorti*, et que l'aiguille et son index ont une inertie suffisante pour avoir une période d'élongation de plusieurs secondes, on n'a donc qu'à en déterminer par les moyens connus cette constante balistique ; nous dirons aussi qu'on trouve, pour la construction des condensateurs, des indications précieuses dans la plupart des traités ou formulaires d'électricité, il suffit de les suivre à la lettre.



Nous décrirons donc seulement les quelques appareils suivants :

1° Galvanomètre des tangentes, à trois circuits, pourvu d'une bobine de grande résistance pour la mesure des forces électromotrices ;

2° Galvanoscope sensible pour les méthodes de réduction à zéro ;

3° Pont de Wheatstone à curseur et fil divisé, pour la mesure des résistances ;

4° Caisse de résistances étalons de 1, 10, 50, 100 ohms.

Galvanomètre des tangentes

Il est monté sur un socle carré en bois, de 24 cm de côté et 1,5 cm d'épaisseur; une légère moulure est ménagée sur le bord ; trois vis calantes, dont deux aux deux angles d'un même côté, et la troisième au milieu du côté opposé, servent à mettre l'appareil de niveau. Une cage cubique en verre (fig. 1), constituée par cinq carreaux assemblés par des bandes étroites de fort papier collé le long des arêtes, sert à éviter la poussière et surtout à empêcher l'air d'agiter l'aiguille pendant les mesures. Les dimensions de la cage sont : 19 cm de longueur et largeur, 21 cm de hauteur ; des bandes de papier sont collées intérieurement aussi le long des arêtes pour la solidité, et elles sont vernies toutes ainsi que le socle. Une rainure de 3 mm de profondeur et de largeur proportionnée à l'épaisseur des lames de verre de la cage est pratiquée dans le socle pour assurer la position fixe de cette dernière ; une chenille comme celle qui entoure les globes de pendules en enserre la base. — Le cercle formant le cadre du galvanomètre est en bronze ; il est soutenu et fixé sur le socle par deux équerres de même métal soudées à l'étain sur les deux faces latérales du cercle et vissées sur ce socle chacune par deux vis de 5 mm de diamètre. On a sectionné le cercle avec une scie fine à métaux, près des équerres, pour utiliser le cadre comme conducteur de nulle résistance pour mesurer les courants intenses. Ce cadre est partagé en deux compartiments, par une cloison venue de fonte, destinés à recevoir chacun un enroulement distinct. Le diamètre intérieur du cercle est de 152 mm, la section et les dimensions sont indiquées fig. 2 et 3 ; les deux enroulements ont même longueur de fil, diamètre et résistance ; chacun d'eux est constitué par deux cents tours de fil de cuivre de haute conductibilité, recouvert soie, représentant une longueur de 95 mètres et 50 ohms de résistance. Le fond et les faces de chaque compartiment ont été garnis de papier découpé et collé, pour éviter soigneusement tout contact à la masse : le fil est enroulé par un moyen quelconque, le plus régulièrement possible, et en passant de temps en temps une couche épaisse de vernis à la gomme laque ou à base de bitume de Judée. Le bout sortant d'une des bobines est soudé au bout entrant de la seconde, quatre bornes de 2 cm de hauteur sont fixées en avant du socle et reçoivent tous les bouts de fil, elles sont reliées avec les trois circuits de la façon suivante (fig. 4) : les deux premières à droite, 1 et 2 aboutissent au cadre et servent pour les courants intenses; une large bande plate de cuivre, de 10 mm² de section, vissée sous l'une des

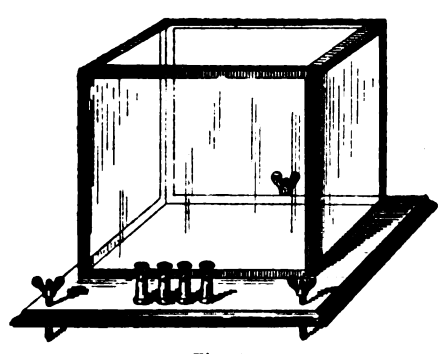


Fig. 1.

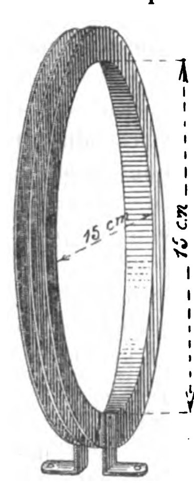


Fig. 2.

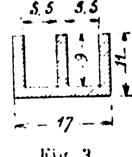


Fig. 3.

équerres, une autre venant de l'autre borne soudée sur une des faces latérales au-delà de la solution de continuité du cadre, forcent le courant entrant par une des équerres à suivre la circonférence entière du cadre et à ressortir par la partie inférieure le plus près possible de son point d'entrée dont il est séparé par un trait de scie de 1 mm environ de largeur. A la borne 2 est soudée aussi le bout entrant de la bobine de droite A; à la borne 3 sont fixés le fil de sortie de la bobine A et le bout entrant de B (l'enroulement est, bien entendu, de même sens pour les deux bobines); enfin, à la borne 4, aboutit le fil de sortie de l'enroulement B. On voit donc qu'aux bornes 1 et 2 on mesure les courants intenses sur un circuit de résistance pratiquement nulle. Il est très facile de shunter le galvanomètre pour étendre la limite supérieure des courants qu'il peut mesurer[1]; de 2 à 3 ou de 3 à 4, on dispose d'un circuit de 50 ohms, et de 2 à 4 on a les deux enroulements en tension, soit 100 ohms. — L'aiguille (fig. 5) est une petite tige d'acier trempé dur, et fortement aimantée, de 1,5 mm de largeur et de 15 mm de longueur. En son milieu on a soudé à l'étain, avant la trempe et l'aimantation, un petit anneau en fil d'argent très fin qui entoure l'aiguille avec un jeu suffisant pour laisser passer le fil de suspension; en dessous est collé avec un grain de bonne colle forte, l'index, simple fétu de paille choisi le plus fin possible ou aminci dans une filière de bijoutier en l'y engageant à rebours, pour que la plus petite ouverture des trous coniques de cette filière agisse par ses bords comme un couteau circulaire; on arrive ainsi à diminuer le diamètre de ce fétu jusqu'environ 0,75 mm. Sa longueur sera de 11 cm.

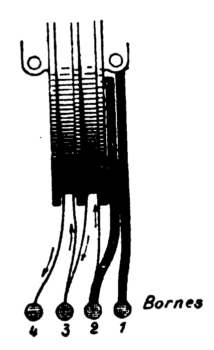
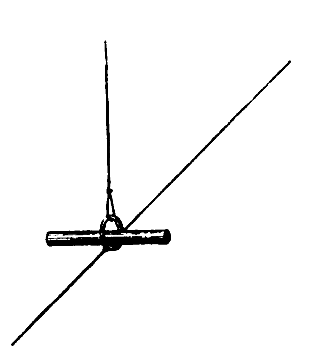
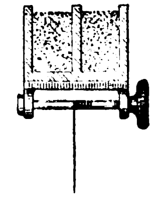


Fig. 4.


Fig. 5.

L'aiguille est suspendue par un fil de cocon dont une extrémité est engagée dans le petit anneau enserrant l'aiguille, repliée et collée sur elle-même avec un atome de colle quelconque, et dont l'autre est suspendue de la manière suivante : à la partie supérieure du cadre en bronze du galvanomètre, on a soudé à l'étain une petite pièce en cuivre recourbée deux fois à angle droit; c'est une lame de cuivre de 2 mm d'épaisseur et de 5 mm de largeur, sa longueur est telle que, quand les extrémités sont courbées à angle droit, elles se trouvent à l'affleurement de chaque face latérale; un axe terminé par un bouton moleté, en fil de cuivre de 1,5 mm de diamètre, traverse les deux bouts recourbés de façon à former une sorte de petit treuil sur lequel on enroule le bout libre du fil de suspension de l'aiguille; on peut alors remonter ou descendre celle-ci, ou la laisser reposer sur le plateau, ce qui est commode pour le transport de l'instrument (fig 6). Quant au plateau gradué, c'est une simple glace ronde qu'on achète dans tous les bazars; la glace seule a 12 cm de diamètre, et avec le cadre, simple moulure d'ailleurs, 152 mm, exactement le diamètre intérieur du cercle du galvanomètre, auquel il est fixé par quatre vis à bois, deux de chaque côté, une dans chaque compartiment, et de façon que le centre du plateau soit de quelques millimètres au-dessous du centre géométrique du cercle du galvanomètre; le plan de la glace-plateau et celui du cercle sont perpendiculaires l'un à l'autre (fig. 7). Un *rapporteur* en corne pour la mesure des angles, choisi le mieux gravé possible, est découpé suivant la ligne concentrique qui se trouve au-dessous de la graduation. On le colle sur la glace en ayant soin de s'assurer que lès centres coïncident parfaitement; puis sur la sur-


Fig. 6.

[1] Dans un prochain article nous parlerons de la détermination *expérimentale* du shunt d'un galvanomètre.

face restante de la glace on colle du fort papier ou de la carte découpée de façon à ne laisser voir de la glace qu'une longueur égale à la demi-circonférence du plateau sur 1 cm de large, sous le parcours de l'aiguille, pour éviter les erreurs de lecture due à la parallaxe. On voit (fig. 8) le plateau terminé. Comme la graduation du rapporteur ne part de 0 que sur la ligne parallèle du cadre, il est assez difficile de faire les lectures à partir du 90, point correspondant à la ligne perpendiculaire à la première, c'est-à-dire au zéro de l'aiguille quand elle est orientée ; pour éviter cet inconvénient, on peut soit mettre deux rapporteurs juxtaposés dont la ligne des zéros correspond à la ligne d'orientation de l'aiguille ; soit, plus simplement, tracer à l'encre sur le papier ou carte, qui couvre la surface restante de la glace une circonférence où on inscrit une graduation de 10 en 10° sur des lignes diamétralement opposées à celles du rapporteur (on peut faire cette graduation immédiatement en-dessous du rapporteur au lieu de la faire sur des lignes diamétralement opposées; la figure 8 a été faite dans ce sens) ; on évite par là de compter les degrés de déviation à partir du point 90° du rapporteur. On sait que la mesure des intensités se fait en notant la tangente de l'angle de déviation, et la multipliant par la *constante* de l'instrument. Dans le cas ordinaire des intensités en ampères, on emploie la formule connue :

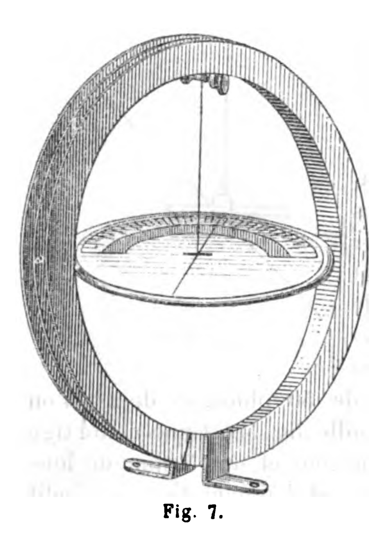


Fig. 7.

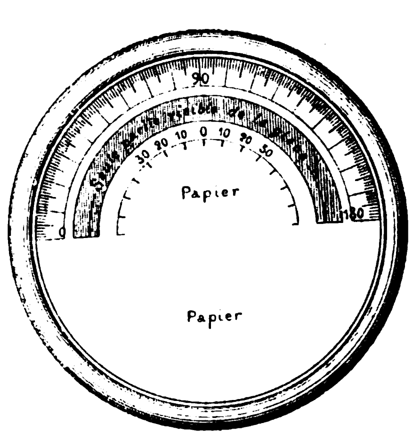


Fig. 8.

$$I = \left(\frac{5rH}{\pi n}\right) \text{tang. } \alpha$$

la quantité entre parenthèses étant la constante. Dans cette formule r est le rayon moyen de l'enroulement $H = 0{,}19524$, composante horizontale du magnétisme terrestre ; n = le nombre de tours de spires ; et α l'angle de déviation de l'aiguille. Pour l'appareil en question les constantes sont :

De 1 à 2, circuit de nulle résistance. . . . . = 2,448
De 2 à 3 ou de 3 à 4, circuit de 50 ohms. . . . . . . = 0,01410
De 2 à 4, circuit de 100 ohms. . . . . = 0,00705.

On détermine r et n après la construction. Il est urgent de mesurer r avec toute la précision possible ; on s'aide des dimensions de la section du cadre et de l'épaisseur exacte de l'enroulement, après achèvement de ce dernier. Le mieux serait certainement de déterminer expérimentalement les constantes en s'aidant d'un excellent galvanomètre ou de le faire étalonner dans un laboratoire spécial, mais ces moyens n'étant pas à la portée de tout le monde on peut se contenter de calculer la constante, à condition de déterminer r le plus exactement possible; c'est la donnée nécessaire à la formule la plus sujette à erreurs.

(*à suivre.*) Georges Martin.

LE KINÉTOGRAPHE D'EDISON

Depuis deux ans, on répand périodiquement le bruit qu'Edison travaille à l'invention d'un instrument qui serait à la vue ce que le téléphone est au son. Avec le prestige du célèbre inventeur, il suffit qu'on sache ou qu'on croit savoir qu'il s'occupe d'une chose pour que beaucoup de gens la croient déjà faite ; aussi rien d'étonnant si ces racontars trouvent quelque crédit même auprès de personnes en état de mesurer l'immense difficultés du problème de la vue à distance.

On vient enfin d'apprendre de source certaine, c'est-à-dire de la bouche même de M. Edison, de quoi il s'agit au juste, grâce au *Times*, qui a dépêché un reporter à Menlo-Park pour s'en enquérir. On va voir par l'article de ce reporter que les travaux de M. Edison sont fort loin d'avoir l'importance qu'on leur attribuait. Ce n'est pas de l'analogue optique du téléphone qu'il s'occupe, mais simplement de celui du phonographe ; c'est-à-dire d'une recherche déjà poursuivie exactement par les mêmes moyens, et non sans succès, par M. Marey en France, M. Anschutz en Allemagne, et d'autres encore. C'est surtout une question de photographie.

Voici les explications données par M. Edison au reporter du *Times*, telles qu'elles sont reproduites par le journal anglais.

« Le kinétographe est une machine où l'électricité se combine à la photographie pour « permettre à un homme assis dans son salon de voir reproduire devant lui, sur un écran, « ce qui se passe sur la scène d'un théâtre, d'en contempler l'action et les acteurs. « L'instrument fait de plus entendre les voix des chanteurs, si c'est d'un opéra qu'il « s'agit. Il est si précis qu'il rend exactement chaque jeu des muscles et chaque expres- « sion des visages. Montre-t-il par exemple une lutte de boxeurs ? toute la scène se « déroule, on voit parfaitement chaque coup et l'on en entend même le bruit. Pour se « servir du kinétographe, on n'a qu'à le placer sur une table devant la scène. La machine « photographie l'action et enregistre le moindre son. Elle se met à l'ouvrage dès que le « rideau se lève, enregistrant les faits et gestes des acteurs à raison de quarante-six « impressions par minute. Ce nombre suffit pour donner une image continue quand on fera « la reproduction. Les épreuves photographiques sont alors développées. On les remet dans « la machine et l'on remplace l'objectif photographique par une lentille à projection. « A l'aide de la lumière au calcium, la scène photographiée peut être ensuite reproduite « dans votre salon ; et, comme les impressions sont indélébiles, elle peut l'être plusieurs « années après et autant de fois que vous voudrez. La reproduction peut se faire en « miniature ou en grandeur naturelle. Rien n'est perdu de la représentation. »

Le correspondant du *Times* décrit ensuite l'appareil. Sauf l'addition du phonographe, on n'y remarque rien que ceux qui sont au courant des plus récents progrès de la photographie ne connaissent déjà. La seule chose dont on ne peut juger, c'est si l'appareil d'Edison renferme des perfectionnements qui rendent son fonctionnement plus parfait que celui de ses prédécesseurs. Les détails techniques donnés par le reporter sont insuffisants pour s'en rendre compte.

« Le kinétographe, dit-il, est une chambre d'objectif arrangée d'une manière nouvelle « en vue d'un travail nouveau. Elle est placée dans une petite boîte où se trouve également « une bande de gélatine de 20 mm de largeur et de la longueur qu'on veut. L'intérieur « de la chambre a la disposition habituelle. La bande de gélatine se déroule d'un cylindre « et s'enroule à nouveau sur un autre ; en passant d'un cylindre à l'autre, elle se présente « devant la lentille de l'objectif. Les volets de la chambre sont mis en mouvement par un « axe commandé par le cylindre d'un phonographe. Cet axe fait également tourner les « deux rouleaux de gélatine. Par une combinaison du mécanisme, ces rouleaux s'arrêtent « aux instants où les volets s'ouvrent ; la bande de gélatine s'arrête alors aussi devant la

« lentille. En moins d'un quarante-sixième de seconde, la photographie est prise ; les « volets se referment, les rouleaux se remettent en mouvement et une autre longueur de « la bande se présente devant l'objectif pour recevoir une nouvelle impression. »

Un photographe américain, M. Friese Greene, a inventé et fait fonctionner devant plusieurs sociétés de photographie un appareil identique en principe. Mais M. Edison affirme que le sien donne des résultats beaucoup plus parfaits que ceux de ses devanciers ; affirmation qu'on peut accepter d'un homme de son habileté et disposant des moyens uniques au monde du laboratoire de Menlo-Park.

« La pierre d'achoppement de tous les essais tentés pour reproduire le mouvement « des êtres animés par la photographie — dit M. Edison au correspondant du *Times* — « est que la série d'impressions n'était pas prise avec une rapidité assez grande pour « donner aux images la continuité du mouvement dans la reproduction. M. Hément, qui « photographie des chevaux lancés au galop, au millième de seconde, a fait cet essai ; il « a échoué parce qu'il ne pouvait prendre qu'une série d'une douzaine de photographies « qui ne montraient, dans la reproduction, qu'un mouvement saccadé, tout à fait imparfait. « Le propre de mon idée, c'est que je prends la série de photographies instantanées si « rapidement que, dans la reproduction, les mouvements élémentaires photographiés se « fondent en une suite ininterrompue, au lieu d'une succession par saccades. »

Le correspondant paraît satisfait de l'échantillon, qu'a bien voulu lui montrer M. Edison, des photographies obtenues dans le kinétographe. Elles ont environ 13 mm carrés et sont échelonnées sur la bande de gélatine à environ 26 mm d'intervalle.

Elles représentent un des garçons de laboratoire de M. Edison tirant son chapeau et saluant. De la première à la dernière vue de la série, le geste complet de la salutation est nettement visible, sans que l'on remarque aucun changement apparent de position entre deux vues consécutives. Dans la première, le garçon a le chapeau sur la tête et le bras pendant. Puis la main se lève graduellement jusqu'à la tête qui s'incline en avant peu à peu ; le chapeau est tiré et le salut complété, après quoi le chapeau reprend sa place sur la tête du garçon.

Le nombre de quarante-six photographies par seconde, adopté par M. Edison, s'accorde avec des observations déjà faites et d'après lesquelles la continuité de la vision s'établit au cinquantième de seconde ou à peu près. Pour recevoir ces quarante-six impressions par seconde (2 760 par minute, 165 000 par heure), la bande de gélatine doit se dérouler à raison de 2,30 m par seconde ; mais comme le ruban n'est en mouvement que pendant la dixième partie du temps (les neuf autres dixièmes étant pris par les arrêts pour les poses), la vitesse réelle, arrêts non compris, est d'environ 80 kilomètres à l'heure.

Ces images minuscules doivent être agrandies 57 000 fois pour être reproduites en grandeur naturelle. C'est dire qu'elles doivent être d'une très grande netteté. Il doit falloir à la gélatine qui les reçoit une sensibilité extrême. Il faut aussi que la bande s'arrête net après chaque mouvement, sans la moindre vibration, ce qui ne doit pas être facile à obtenir.

D'après un article du *Harper's Weekly*, postérieur à celui du *Times*, il paraît que M. Edison ne considère encore son kinétographe actuel que comme un acheminement vers quelque chose de plus parfait.

G.-M. Jacques.



REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Vibration d'un fil traversé par un courant électrique continu

Par M. D. Hurmuzescu

Un fil métallique fin, tendu entre deux supports, dont l'un est muni d'un treuil ou d'un ressort pour régler la tension, traversé par un courant *continu*, se met à vibrer.

L'amplitude des vibrations, d'abord très faible, s'accroît avec le temps et arrive rapidement à un maximum qu'elle conserve aussi longtemps que passe le courant, pourvu que le milieu ambiant reste dans les mêmes conditions ou du moins ne change pas brusquement. Les vibrations peuvent persister ainsi indéfiniment; elles cessent en quelques secondes quand on interrompt le courant.

Pour une tension déterminée, l'amplitude de la vibration paraît dépendre (d'après les expériences que j'ai faites jusqu'ici) de la différence des températures du fil et du milieu ambiant. Or, comme c'est l'intensité du courant qui produit cette différence de températures, pour un même fil, le phénomène doit varier en même temps que l'intensité.

L'explication du phénomène me paraît résider dans l'échange de chaleur entre le fil et le milieu ambiant : cela constitue un véritable *moteur thermique*, dans lequel l'énergie dépensée est fournie par le courant, et l'on peut lui appliquer le principe de la conservation.

Toute cause qui fera changer, d'une manière quelconque, le mode de cet échange de chaleur modifiera dans un sens quelconque le phénomène. En particulier, on peut prévoir que plus le fil sera fin et plus les vibrations seront rapides : c'est ce que l'expérience vérifie. J'ai répété l'expérience avec des fils de différentes natures, et le phénomène garde toujours le même caractère. Si l'on met le fil dans un grand tube de verre, le mouvement est régulier, parce que le fil est à l'abri des mouvements de l'air. En bouchant les deux extrémités du tube, je n'ai vu rien de changé à son allure.

J'espère présenter prochainement la loi du phénomène au point de vue de la tension du fil de la différence de température entre le fil et le milieu ambiant, et de la manière dont se fait l'échange de chaleur entre les deux sources[1].

(*Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, *séance du* 20 *juillet* 1891).

[1] Ce travail a été effectué au laboratoire des Recherches (Physique) de la Sorbonne.

Sur l'ozone considéré au point de vue physiologique et thérapeutique

Par MM. D. Labbé et Oudin

Jusqu'à présent, lorsqu'on a voulu étudier les propriétés biologiques de l'ozone, on s'est placé dans les conditions expérimentales ordinaires, c'est-à-dire que l'on a enfermé des animaux sous des cloches ou dans des récipients hermétiquement clos, traversés par un courant d'oxygène ozonisé, préparé par voie chimique ou par l'action de l'effluve sur l'oxygène. Cette manière d'opérer est éminemment défavorable, et c'est à elle que la science est redevable de cette erreur que l'ozone est un gaz dangereux à respirer.

Préparé par voie chimique, l'ozone est toujours impur, mélangé parfois à des composés d'une toxicité très grande, l'acide phosphoreux par exemple. Si on le prépare avec l'oxygène pur, on en obtient des quantités considérables qui, mélangées à l'oxygène non transformé, constituent un ensemble forcément dangereux à respirer surtout dans un espace clos. Si, au contraire, on se place, dans des conditions qui se rapprochent davantage de la production naturelle de l'ozone, on arrive à des résultats diamétralement opposés. En laissant l'animal en expérience respirer à l'air libre un mélange d'air atmosphérique et d'ozone, jamais on n'observe le moindre accident.

Nous préparons l'ozone en faisant passer un courant d'air entre deux tubes concentriques dont l'intervalle est sillonné par les étincelles. Mais nous avons remarqué que le mode de construction de cette sorte de condensateur influe beaucoup sur le débit de l'ozone, et, pour avoir ce débit plus grand, nous prenons le tube interne clos et contenant de l'air raréfié qui agit comme corps conducteur parfait et parfaitement appliqué à la surface du diélectrique qui est le verre. L'autre armure du condensateur est constituée par une feuille métallique appliquée à la face interne du tube externe. C'est entre cette feuille de métal et la surface de verre du tube interne séparées par un intervalle de 3 mm à 4 mm qu'éclatent les étincelles génératrices de l'ozone.

Nos tubes, avons-nous dit, sont écartés de 3 mm à 4 mm; dans cet espace annulaire, la légère élévation de température produite par l'effluve suffit à assurer un courant d'air ascendant entraînant l'ozone.

Dans ces conditions, nous ne dépassons jamais ce que nous appellerons la dose thérapeutique, qui est de 11 à 12 centièmes de milligramme par litre d'air, et, bien qu'au bout d'un quart d'heure on ait respiré ainsi 2 mgr d'ozone,

dose réputée dangereuse, nous avons pu, pendant des heures, soumettre des animaux, nous soumettre nous-même à ces inhalations et, une fois sûrs de leur innocuité, en faire respirer des milliers de fois à des malades cachectiques, à des enfants, même en bas âge sans le moindre inconvénient.

Action physiologique. — On sait que la quantité moyenne d'oxyhémoglobine contenue dans le sang est de 13 à 14 pour 100. Or, si l'on prend un sujet dont le sang renferme un peu moins que ce chiffre d'oxyhémoglobine, 10 ou 11 pour 100, par exemple, ce qui est la règle pour les habitants des villes, après dix minutes ou un quart d'heure d'inhalations, on trouve une augmentation de 1 pour 100. Ce phénomène est constant; nous l'avons observé maintes fois avec l'hématospectroscope du docteur Hénocque, qui a bien voulu contrôler lui-même nos observations. Si, avant l'inhalation, le taux de l'oxyhémoglobine était normal, on n'observe qu'une très faible augmentation, quelquefois même rien du tout. Cette augmentation de l'oxyhémoglobine persiste pendant douze à vingt-quatre heures seulement, si le malade ne fait pas d'autres inhalations; mais, s'il les renouvelle tous les jours, la quantité d'oxyhémoglobine continue à croître peu à peu jusqu'au chiffre physiologique.

On sait, et nous ne reviendrons pas sur ce point scientifiquement établi, que l'ozone est un des plus puissants germicides que l'on connaisse et qu'à dose très faible il arrête les fermentations les plus avancées. D'autre part, le bacille de la tuberculose est un des plus résistants aux antiseptiques et ceux qui le tuent *in vitro* sont d'une toxicité qui rend leur emploi chez le malade absolument illusoire ou dangereux. L'ozone agit-il sur le microbe de la tuberculose comme sur les autres? C'est ce qu'il nous restait à chercher.

Nous avons fait, avec la collaboration de M. Veillon, des cultures de bacilles sur la gélatine peptonisée et nous les avons divisées en deux parties de deux tubes chacune. L'une devait nous servir de témoin. Les deux autres tubes furent traversés pendant deux heures par le courant d'ozone fourni par notre appareil ordinaire. Puis quatre cobayes furent inoculés, chacun d'eux avec le contenu d'un tube. Les deux cobayes témoins sont morts au bout de vingt-cinq jours; les deux autres vivent encore aujourd'hui, cinquante jours après inoculation. Sans attribuer à cette première expérience plus d'importance qu'elle n'en a, elle n'en est pas moins intéressante et encourageante.

Nous insisterons, en outre, sur un mode d'action de l'ozone qui n'a pas, à notre connaissance, été encore signalé et qui peut avoir en thérapeutique une valeur très grande : nous voulons parler du déplacement moléculaire et du transport par le courant d'ozone du métal qui sert d'électrode.

Pour arriver à ozoner un laboratoire de 300 m³, nous employions dix de nos tubes précédemment décrits, chacun ayant 80 cm de longueur environ. Ils étaient montés en quantité. Comme source d'électricité, nous avions une dynamo Gramme à courants alternatifs, reliée à un transformateur sur lequel était monté en dérivation un condensateur. Un bobine à résistance magnétique variable intercalée dans le circuit nous permettait d'élever progressivement le potentiel qui nous était indiqué par un électromètre de Curie.

A 6 000 volts, commençait le dégagement d'ozone qui, à 8 000 volts, devenait plus que suffisant, les tubes commençaient même à chauffer. Pour éviter cette élévation de température, nous redescendions à 7 000 volts et laissions marcher l'appareil. Au bout d'un quart d'heure, l'atmosphère du laboratoire était absolument obscurcie par une buée bleuâtre qui ne pouvait être que de l'aluminium ou des oxydes d'aluminium. L'armature de nos tubes était constituée par une feuille de ce métal.

Nous avons cherché ensuite si, avec tous les métaux, le même déplacement se produisait et croyons pouvoir affirmer qu'aucun n'y échappe.

Nous recherchons actuellement les poids de métal ainsi déplacé. Pour le mercure, voici les chiffres que nous avons obtenus :

Opérant avec le dispositif expérimental décrit plus haut : 0,045 gr. de son poids.

Le même appareil, avec une bobine de Ruhmkorff donnant 1,5 cm d'étincelle, a perdu en trois heures 0,0884 gr. chiffre que nous pouvons considérer comme étant d'une approximation très suffisante, puisqu'une seconde expérience ayant duré deux heures et demie nous donnait une perte de 0,0805 gr.

(*Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, séance du* 20 *juillet* 1891).

Les moteurs à courants alternatifs

Par M. E. Hospitalier

Les distributions d'énergie électrique par courants alternatifs sont comparables en nombre et en puissance, du moins en Amérique, aux distributions analogues par courant continu, mais elles seraient beaucoup plus nombreuses si l'on savait convenablement utiliser l'énergie électrique distribuée sous forme alternative aux opérations électrochimiques dans lesquelles intervient l'électrolyse, si l'on pouvait emmagasiner cette énergie électrique fournie par ces courants, et enfin si l'on savait convertir facilement cette énergie électrique en travail mécanique. Pour toutes ces applications, le moteur à courant continu est resté jusqu'ici supérieur au courant alternatif. Mais les inconvénients que nous venons de signaler sont largement rachetés par un grand

nombre d'avantages : simplicité de construction et économie des machines à courants alternatifs ou alternateurs ; production facile, directe ou par transformation, des forces électromotrices les plus élevées, alors qu'il est difficile de dépasser 3 000 volts avec les courants continus ; simplicité et facilité d'isolement; enfin, facilité et simplicité de transformation, à l'aide d'appareils inertes, ne comportant aucune pièce mobile, d'un rendement très élevé, atteignant 95 pour 100.

Si l'utilisation des courants alternatifs aux opérations électrochimiques et à l'emmagasinement de l'énergie électrique qu'ils transportent sont des problèmes à peine ébauchés, dont les solutions partielles restent encore dans le domaine de l'expérience, il n'en est pas de même des moteurs à courants alternatifs : les principes appliqués et les types fondés sur le même principe sont déjà si nombreux qu'ils comportent une classification résumée dans le tableau ci-dessous.

A. — MOTEURS A CHAMP CONSTANT OU MOTEURS SYNCHRONES

EXCITATION SÉPARÉE	*Aimants.* — Magnéto-alternateurs. *Électro-aimants.* — Dynamo-alternateurs.
AUTO-EXCITATION...	*Courant redressé.* — Zipernowsky.

B. — MOTEURS A CHAMP ALTERNATIF

Dynamo-série. — Moteurs à courant continu à inducteurs feuilletés.
Dynamo-shunt. — Moteurs à courant continu à inducteurs feuilletés.
Moteurs électrodynamiques. — Compteur E. Thomson.
Champ partiellement redressé. — Mordey.
Induit fermé. — E. Thomson.

C. — MOTEURS A CHAMP TOURNANT

ALTERNATEURS ORDINAIRES OU A UN SEUL CIRCUIT...		Ferraris. Tesla. Schallenberger. Hutin et Leblanc.
ALTERNATEURS A PHASES MULTIPLES OU A COURANTS POLYPHASÉS.......	*Trois fils et deux courants*......	Ferraris. Tesla. Borel.
	Trois fils et trois courants......	Dolivo-Dobrowolsky et Brown. Haselwander. Bradley. Wenström.

Un moteur alternatif ne diffère pas essentiellement, en principe général, d'un moteur à courant continu : on y trouve toujours les deux mêmes parties essentielles, un champ magnétique ou *inducteur* et un système induit tournant l'un par rapport à l'autre; mais, tandis que le champ magnétique des moteurs à courant continu est toujours *constant*, celui des moteurs à courants alternatifs est, suivant les cas, *constant*, *alternatif* ou *tournant*.

A. MOTEURS A CHAMP CONSTANT. — Ce genre de moteur, le plus anciennement expérimenté, est fondé sur le principe de la réversibilité des alternateurs. Le courant alternatif est envoyé dans une série de bobines induites se mouvant dans un champ magnétique constant produit par un aimant ou un électro-aimant. Le plus simple est constitué par une bobine de Siemens double T tournant entre les branches d'un aimant, ou d'un électro-aimant excité par une source étrangère : si l'on a préalablement lancé l'induit à une vitesse angulaire correspondant à la fréquence du courant alternatif fourni par l'alternateur (50 tours par seconde, par exemple, si la fréquence du courant alternatif est de 50), le mouvement de la bobine induite se continuera synchroniquement et suivra toutes les variations de vitesse de l'alternateur à moins que l'on ne vienne appliquer brusquement sur l'axe un couple résistant dépassant une certaine valeur : le synchronisme cesse et le moteur s'arrête en un temps généralement très court. La théorie de ces moteurs a été développée en 1884 par M. le Dr Hopkinson. La nécessité d'amener initialement le synchronisme et d'exciter les inducteurs par une source étrangère dans le cas de grandes puissances, et l'obligation de marcher à vitesse angulaire rigoureusement constante ont empêché ces moteurs de recevoir de nombreuses applications industrielles. M. Zipernowsky a fait disparaître deux des plus graves inconvénients propres à ces moteurs en les rendant auto-excitateurs, l'excitation étant empruntée à une dérivation dans laquelle est intercalé un redresseur de courants ; le moteur se met automatiquement en marche pourvu qu'on supprime la charge et que le démarrage se fasse à vide ; il atteint rapidement sa vitesse angulaire de régime, qu'il maintient ensuite parfaitement, malgré les variations brusques dans le couple résistant.

Le rendement de ces moteurs est des plus satisfaisants, car il atteint 80 pour 100 pour un moteur de 4 kilowatts. Malgré, ou, plus exactement, à cause du synchronisme nécessaire au fonctionnement de ces moteurs, il en a été fait un certain nombre d'applications à des transports de force motrice à distance.

B. MOTEURS A CHAMP ALTERNATIF. — Toute dynamo à courants continus alimentée par des courants alternatifs peut se mettre en marche et tourner en produisant une puissance mécanique appréciable, car elle est comparable à un électrodynamomètre dont le couple de torsion reste toujours de même signe malgré les inversions de sens du courant. Mais un moteur ainsi constitué présente de nombreux et graves inconvénients : les inversions rapides du courant développent dans les noyaux des inducteurs des courants de Foucault qui réduisent considérablement le rendement du moteur si l'on n'a pas pris la précaution de feuilleter ces inducteurs ; le grand coefficient de self-induction des circuits du moteur réduit l'intensité efficace et, par suite, la puissance spécifique d'un moteur de dimensions données.

Pour ces raisons, les moteurs de ce genre sont

peu employés, si ce n'est pour la production de faibles puissances ; nous signalerons, par exemple, les moteurs qui actionnent des petits ventilateurs domestiques dépensant de 1 à 2 ampères sous une différence de potentiel efficace de 50 volts, appareils très employés actuellement en Amérique. L'excitation de ces moteurs est tantôt disposée en shunt, tantôt en série. En supprimant le fer dans les inducteurs et les induits, on peut également réaliser un moteur électrodynamique de faible puissance spécifique, mais dont le couple moteur est, à chaque instant, proportionnel au produit des intensités des courants qui traversent respectivement les inducteurs et l'induit. Le moteur du compteur d'énergie électrique du professeur Elihu Thomson est le type des moteurs électrodynamiques.

Pour éviter les pertes par courants de Foucault et par hystérésis provenant des inversions rapides d'aimantation dans les inducteurs des moteurs à champ alternatif, M. Mordey a proposé de faire passer le courant alternatif par un redresseur monté sur l'axe même du moteur. Au moment de la mise en marche, l'action de ce redresseur est nulle, mais, au fur et à mesure de l'accroissement de vitesse angulaire, le courant traversant le moteur se trouve de plus en plus redressé, c'est-à-dire que la fréquence des inversions diminue, ce qui réduit d'autant les pertes causées par ces inversions et améliore le rendement.

C'est aussi dans la classe des moteurs à champ alternatif qu'il convient de placer les moteurs à induit fermé. Les expériences de répulsions électrodynamiques du professeur Elihu Thomson ont montré qu'un circuit fermé, placé dans un champ alternatif, tend à se déplacer de façon à rendre son coefficient d'induction mutuelle minimum, c'est-à-dire de façon à rendre minimum le flux de force qui le traverse. Si l'on place dans ce champ alternatif une série de bobines élémentaires mobiles autour d'un axe commun et qu'un système de balais convenablement disposé ferme chacune des bobines en court circuit au moment où le flux qui la traverse est maximum, et l'ouvre au moment où le flux devient nul pour la laisser en circuit ouvert jusqu'au moment où le flux redeviendra maximum, chacune de ces bobines sera soumise à une force et, par suite, produira un couple moteur que la multiplicité des bobines rend sensiblement constant. Dans ce moteur, il n'y a aucune connexion entre le circuit inducteur et le système induit. Le circuit inducteur est métalliquement fermé sur les fils venant du générateur, le circuit induit est fermé sur lui-même. L'expérience est facilement réalisable avec une petite machine Gramme ou Rechniewski à deux pôles, en ayant soin de décaler les balais de 45 degrés environ dans le sens de la rotation. Les moteurs à champ alternatif sont peu employés, et il n'a pas été publié jusqu'ici d'expérience indiquant leur rendement.

C. Moteur a champ tournant. — M. Ferraris a indiqué pour la première fois, en mars 1888, le principe des moteurs à courants alternatifs, moteurs dont le développement actuel fait prévoir à bref délai une véritable révolution aussi bien dans le transport des grandes forces motrices à de grandes distances que dans la distribution de l'énergie électrique pour moteurs de faible puissance. Voici d'abord le principe établi par M. Ferraris : lorsque deux courants alternatifs de même période, mais décalés l'un par rapport à l'autre d'un quart de période, traversent deux circuits disposés rectangulairement, la résultante de chacun des deux champs magnétiques que produirait chaque circuit s'il était seul est un champ magnétique tournant d'intensité constante et de vitesse angulaire uniforme, faisant un tour complet pendant la durée d'une période. Si l'on place dans ce champ tournant un circuit fermé sur lui-même, il sera le siège de courants induits, et ces courants induits tendront à faire tourner le circuit induit dans le sens même de la rotation du champ. Sauf le mode de production du champ tournant, la rotation ainsi obtenue est identique à celle de l'expérience classique connue sous le nom de *magnétisme de rotation* d'Arago.

On peut aussi dire, avec plus d'exactitude, que le moteur à champ tournant fonctionne en vertu des courants de Foucault dont il est le siège. Ces courants de Foucault seraient nuls si le circuit était immobile dans le champ, c'est-à-dire si le circuit tournait à la même vitesse angulaire que le champ, et c'est pour satisfaire à cette condition d'immobilité relative que le circuit tourne dans le champ et dans le même sens que lui : le circuit *suit* le champ.

Bien que d'invention relativement récente, les moteurs à champ tournant sont déjà très variés comme principes et comme dispositions. Ils se distinguent principalement par le mode de production du champ tournant et par le générateur qui alimente le moteur. Nous examinerons successivement les moteurs à courants alternatifs ordinaires, et les moteurs alimentés par les alternateurs à phases multiples produisant des courants *polyphasés*.

a. Alternateurs ordinaires. — Plusieurs procédés permettent d'obtenir, avec un courant alternatif ordinaire, deux courants alternatifs décalés d'un quart de période et capables, par suite, de produire un champ tournant.

M. Ferraris a proposé d'employer deux circuits alimentés, le premier directement par l'alternateur, le second par le circuit secondaire d'un transformateur dont le circuit primaire est monté en dérivation sur l'alternateur. M. Tesla a proposé et employé deux circuits en dérivation présentant des constantes de temps très différentes. M. Schallenberger dispose un circuit induit fermé sur lui-même et placé obliquement par rapport

au circuit primaire alimenté par l'alternateur. Les réactions du circuit principal et du circuit induit produisent un champ tournant. Dans le moteur de MM. Hutin et Leblanc présenté à notre dernière séance, le champ tournant est produit par deux séries de bobines montées en dérivation, mais en intercalant un condensateur dans l'un des circuits. On obtient ainsi très facilement le décalage d'un quart de période nécessaire à la production du champ tournant.

b. Alternateurs à phases multiples ou à courants polyphasés. — Les solutions indiquées précédemment conviennent à la distribution de la force motrice et à l'alimentation des moteurs de puissance moyenne ou de faible puissance. Pour les transports de grandes puissances, on préfère avoir recours à des générateurs spéciaux, produisant non plus un courant alternatif ordinaire, mais plusieurs courants alternatifs décalés d'une fraction de période convenable, c'est-à-dire des courants alternatifs *polyphasés*.

On peut employer, comme solution la plus simple, *deux* courants amenés par quatre fils ou trois fils seulement en se servant d'un fil de retour commun. Des dispositions de ce genre ont été préconisées par MM. Ferraris et Tesla. Etant donnée l'obligation d'avoir recours à trois fils, on préfère les utiliser à la production de *trois* courants d'égale période, mais décalés l'un par rapport à l'autre d'un tiers de période, en profitant de cette observation que, pour trois courants ainsi décalés, la somme algébrique des intensités à chaque instant est toujours nulle, chacun des fils servant de retour aux courants traversant les deux autres circuits au même instant. Tel est le principe des moteurs à courants polyphasés réalisés depuis moins de deux ans par MM Dolivo-Dobrowolsky, Haselvander, Bradley et Wenström. Un transport d'une force motrice de 300 chevaux, fondé sur des courants de ce genre et actuellement en cours d'installation entre Lauffen et Francfort-sur-le-Mein, sur une distance de 175 km, sera effectué à l'aide de courants à trois phases engendrés à basse tension, transformés à haute tension (20 000 à 30 000 volts) par des transformateurs isolés au pétrole, spécialement combinés dans ce but par M. Brown. A l'arrivée, ces courants seront transformés de nouveau en courants de basse tension par un transformateur analogue au premier, et finalement envoyés dans un moteur à champ tournant et à courant triphasés. L'intérêt tout particulier de ces expériences, dont on attend les résultats avec impatience et curiosité, réside dans le point, à fixer définitivement, que les courants alternatifs se prêtent mieux que les courants continus à la production, à la transformation et à la canalisation des puissances électriques représentées par de hauts potentiels et de faibles intensités. Les moteurs à champ tournant sont, d'autre part, des appareils à circuit métalliquement fermés, et ne pouvant par suite donner naissance à aucune étincelle d'extra-courant ni à aucune rupture dangereuse; la seule interruption nécessaire étant celle du commutateur de mise en marche ou d'arrêt, en un point spécial où toutes les précautions peuvent être prises pour faire disparaître tout danger.

Cette rapide énumération des procédés actuellement employés ou étudiés pour la transformation commode et économique de l'énergie électrique des courants alternatifs en travail mécanique nous montre que l'on peut considérer dès à présent le problème comme résolu. Il en sera sans doute de même à bref délai de l'utilisation des courants alternatifs aux opérations électrochimiques dans lesquelles intervient l'électrolyse et à l'emmagasinement de l'énergie électrique : les courants alternatifs prendront alors une importance industrielle plus considérable que les courants continus, et nous assisterons à une nouvelle évolution des procédés électriques, en attendant celle que nous réservent, plus tard, les courants alternatifs de très grande fréquence.

(*Société française de Physique, séance du* 17 *juillet* 1891.)

Éclairage électrique des voitures de chemins de fer par « l'Elektriciteits Maatschappij Systeem de Khotinsky ».

Par M. F. Uppenborn

La source d'électricité, dans le système de Khotinsky, consiste en deux accumulateurs disposés sous la caisse de la voiture, et qui peuvent être retirés et remplacés facilement par d'autres tout chargés à des stations organisées *ad hoc*. La manière dont ces accumulateurs sont adaptés à la voiture est visible sur les figures 1 et 2. Ils sont aux deux extrémités de la caisse, tandis que le réservoir à gaz (pour l'éclairage ordinaire) est au milieu. Ils sont assis sur une chaise en pièces de fer rond. Chacun des deux accumulateurs est enfermé dans une forte caisse en bois sous laquelle sont cloués suivant la longueur deux guides en fer en T, qui peuvent glisser dans les gorges de trois paires de galets. Outre ce guidonnage, il en existe encore trois autres, l'un sur la face supérieure, et deux sur les faces latérales, consistant chacun en trois galets de caoutchouc montés sur des manchons qui peuvent tourner sur leur axe. La chaise qui reçoit la caisse peut se fermer de devant et de derrière au moyen d'un fort étrier. Ce mode de suspension des caisses d'accumulateurs les met à l'abri des chocs, en les laissant facilement accessibles ; pour les retirer, il suffit d'ouvrir le registre d'une ouverture ménagée dans le marchepied et de défaire l'étrier.

Les caisses d'accumulateurs sont revêtues d'une forte couche d'un mélange bitumineux et

doublées de plomb. Chacune des deux caisses renferme huit éléments, dont la figure 3 montre la disposition. Chaque élément se compose de cinq électrodes positives et six négatives.

Pour protéger les éléments contre les effets destructeurs des chocs, il fallait des dispositions spéciales qui fissent de leur ensemble un système rigide. Ce but est rempli par des règles en

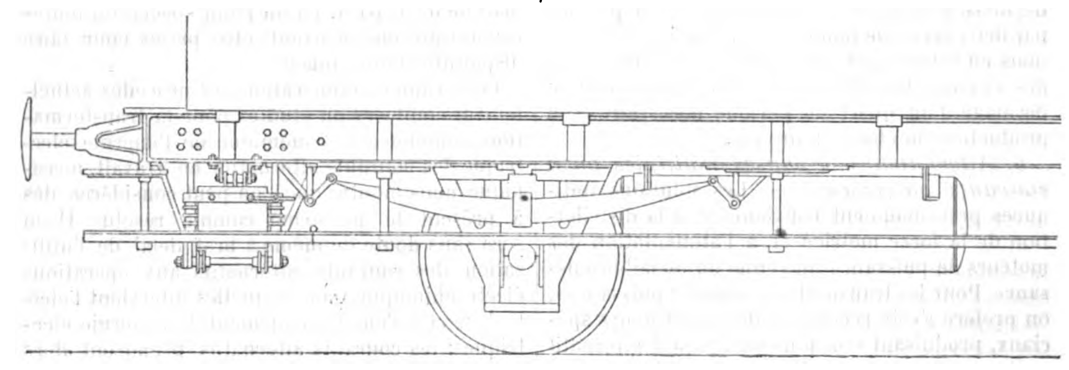


Fig. 1.

ébonite — deux sur la face supérieure, deux sur la face inférieure, et deux sur chacune des faces de bout — munies d'endentures qui s'engagent dans les intervalles entre les plaques et les maintiennent à distance invariable. Les deux règles de dessous sont de forme conique, pour que les débris de matière active ne puissent s'entasser dessus et finir par déterminer un court circuit ;

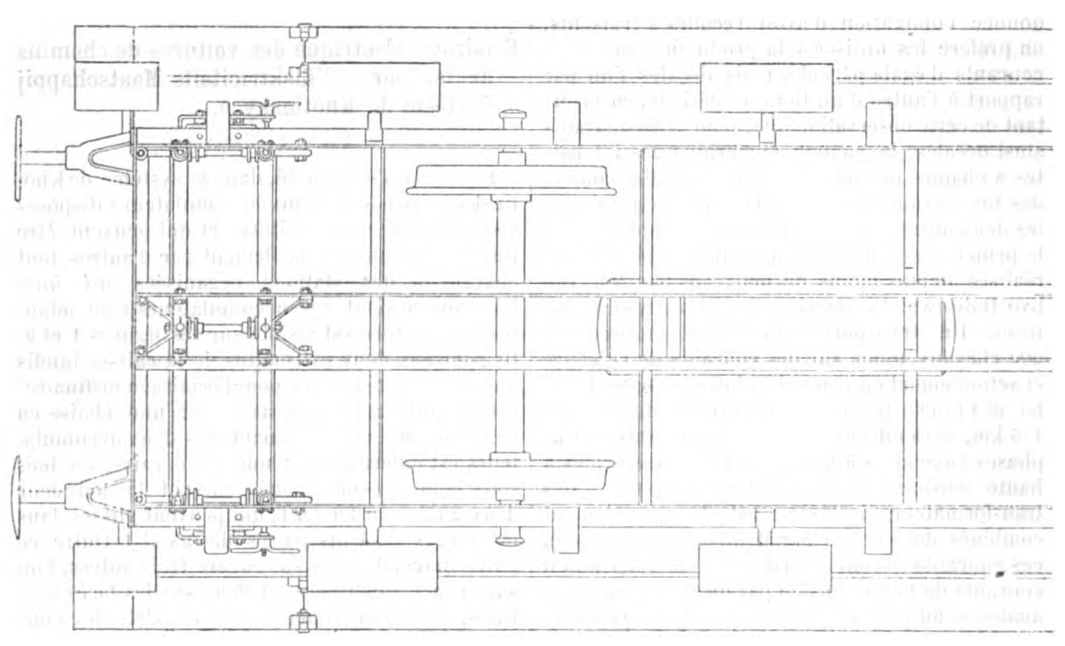


Fig. 2.

avec la forme conique, les vibrations causées par le mouvement de la voiture font glisser ces débris au bas des règles. Les extrémités des règles sont serrées ensemble deux à deux au moyen de bandes de caoutchouc, visibles sur la figure 3. Au-dessus de chaque élément se place une plaque en caoutchouc élastique, de laquelle saillissent deux tubulures à travers lesquelles passent les électrodes. Ces plaques, comprimées par le couvercle, assurent l'étanchéité de la caisse.

L'ensemble de ces dispositions donne un accumulateur qui semble très propre à résister aux effets destructeurs de la locomotion.

Les éléments ont une capacité de 200 ampères-heure. Chacune des deux batteries alimente 4 lampes de 8 bougies pour les coupés, et une

lampe de 5 bougies dans le water-closet; en tout donc 37 bougies. Les lampes consomment 3 watts; c'est donc 111 watts que fournit la batterie. La tension est de 16 volts; l'intensité du courant de 7 ampères. Avec la capacité de 200 ampères-heure, la batterie peut donc marcher 30 heures.

Fig. 3.

Il va sans dire que, si le système était adopté sur une ligne définitivement et d'une manière générale, on diminuerait considérablement cette capa-

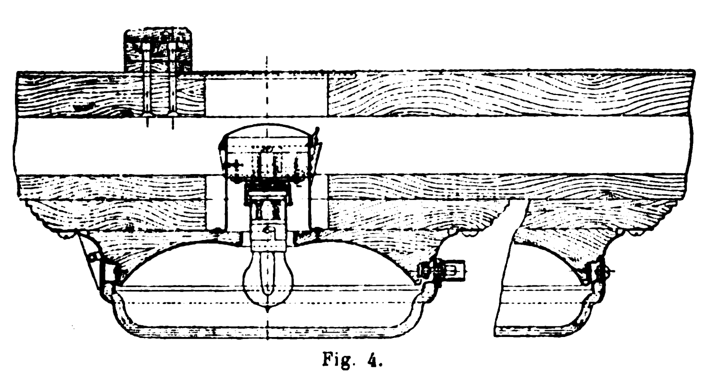


Fig. 4.

cité, et, par conséquent, le poids de la batterie, qui est actuellement de 300 kilogrammes.

Les batteries sont reliées aux conducteurs par des lames de ressort isolées, adaptées à la pièce de suspension du milieu, et qui pressent sur des surfaces de contact que porte la caisse, surfaces qui sont elles-mêmes en communication avec les pôles de l'accumulateur. Les conducteurs montent le long des parois du bout de la caisse jusqu'au toit; ils pénètrent là dans l'intérieur, et suivent le toit dans toute sa longueur, dissimulés sous des moulures en rapport avec la décoration des coupés. Il y a deux lampes électriques dans chaque coupé, l'une à droite et l'autre à gauche de la lampe à gaz, qui subsiste au milieu. Toutes les lampes électriques de droite appartiennent à l'un et toutes celles de gauche à l'autre des deux circuits, de manière que la voiture est toujours éclairée par l'un des deux circuits, même pendant qu'on remplace les accumulateurs. Dans chaque coupé, l'une des lampes est munie d'un interrupteur et l'autre d'un régulateur; on peut éteindre la première et réduire la lumière de la seconde jusqu'à 2 bougies.

La figure 4 représente en coupe la lampe d'un coupé de deuxième classe. Elle est, comme on le voit, accessible de l'extérieur par le toit. La monture de la lampe proprement dite est à bayonnette; la monture à vis, genre Edison, serait exposée à prendre du jeu par l'incessante trépidation. Elle est adaptée à un disque en bois, fixé lui-même à l'intérieur d'une boîte cylindrique en laiton, munie d'un couvercle mobile sur charnière. La moitié du dessus de la chambre à peu près lenticulaire dans laquelle est enfermée l'ampoule lumineuse forme réflecteur; l'autre moitié est formée d'une pièce de verre épais sertie dans une monture en laiton, qu'on peut ouvrir au moyen d'une clef spéciale quand la lampe doit être remplacée. Toute cette construction est extrêmement bien comprise et tient très peu de place; l'éclairage est vraiment incomparable, grâce à l'excellente forme du réflecteur.

La figure 5 représente la lanterne vue en dessous; la figure 6 représente la boîte en laiton vue de dessus. La figure 7 montre la disposition (à sus-

pension) que la lampe reçoit dans les coupés à ventilateur, où la précédente ne pourrait trouver place.

Il est incontestable que l'introduction de cet

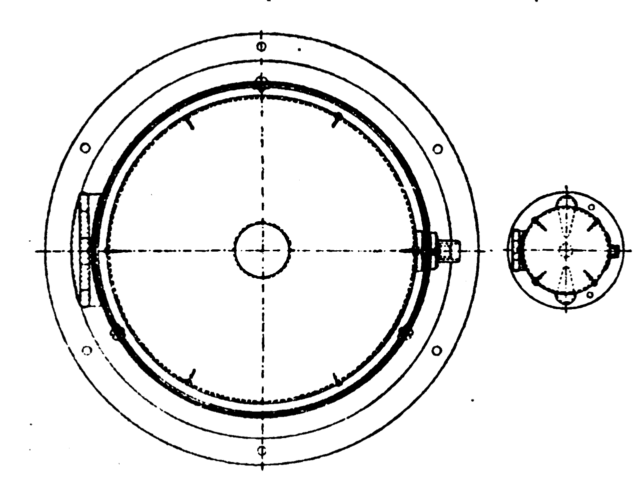


Fig 5 et 6.

éclairage dans les voitures de chemin de fer serait un pas sérieux de plus vers la suppression

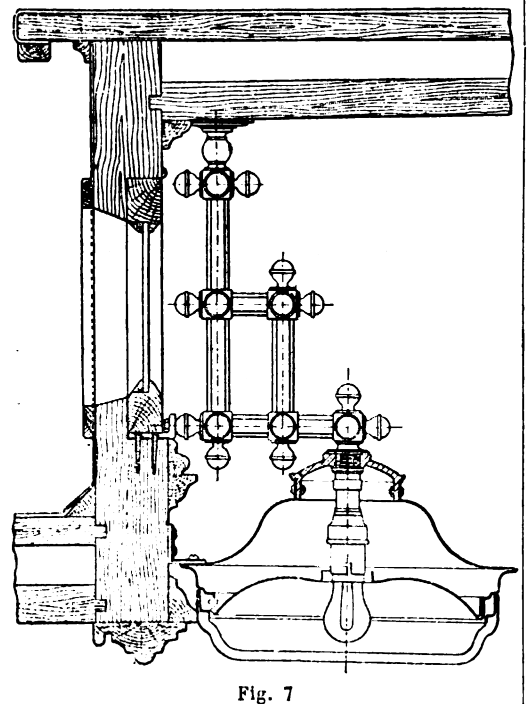


Fig. 7

des ennuis des voyages. La réussite des essais en cours sur la section Francfort-Fulda (et qui vont être étendus à une seconde voiture montant sur toute la ligne Francfort-Berlin) dépend surtout de la manière dont les accumulateurs résisteront. L'expérience dira ce qu'il en est; mais sans attendre si longtemps, l'introduction de l'éclairage électrique serait grandement facilitée et hâtée, si la Compagnie de Khotinsky se décidait à prendre l'entretien des accumulateurs à forfait moyennant une prime annuelle. Quoi qu'il en soit, jusqu'ici l'essai prend bonne tournure et les fonctionnaires supérieurs de l'administration des chemins de fer allemands (direction de Franfort) s'expriment en termes très favorables sur la construction et sur l'effet obtenu. J.

(*Elektrotechnische Zeitschrift*).

Éclairage des trains

Par M. William Langdon

Le besoin d'un meilleur éclairage des wagons de chemin de fer se fait sentir depuis longtemps. Cet éclairage, qui primitivement n'avait d'autre but que de permettre aux voyageurs d'entrer et de sortir sans accident des voitures, doit maintenant fournir une lumière suffisante pour la lecture. On s'est servi à cet effet de l'huile de colza, de l'huile de paraffine, de gaz comprimé; enfin on a cherché à tirer parti de l'électricité.

En octobre 1881, une voiture Pullmann, faisant le service entre Victoria et Brighton, fut éclairée par l'électricité et l'essai donna des résultats tels que le système fut étendu au train tout entier; actuellement seize trains de la « Brighton Company » sont éclairés de la sorte. M. Houghton, l'électricien de la compagnie et, plus tard, M. Stroudley furent les promoteurs de l'emploi de l'électricité pour l'éclairage des trains. Une expérience intéressante organisée par M. W.-H. Preece fut faite sur le « London and South-Western Railway » en 1883-84. Le mouvement du train fut utilisé pour comprimer de l'air dans une chambre et l'air ainsi comprimé employé pour actionner une dynamo alimentant les lampes.

En juillet 1886, le « Great Northern Railway » appliqua l'éclairage électrique à l'un de ses trains métropolitains. Les lignes de Taff Vale et du Cheshire firent également des essais dans cette voie. Dans tous les cas, l'éclairage était assuré au moyen d'une dynamo actionnée par l'essieu du wagon fourgon, et de batteries d'accumulateurs placées dans ce fourgon. En août 1884, le « London and North Western Railway » essaya d'un système différent sur un petit train entre Manchester et Liverpool. Le courant était

produit par une dynamo mue par une machine Brotherhood fixée sur le tender et recevant sa vapeur de la locomotive. Mais là encore l'éclairage était alimenté par une source unique et, quand on venait à disjoindre le train, les wagons séparés étaient plongés dans l'obscurité. En 1888 les directeurs du « Midland Railway » autorisèrent l'équipement de deux trains faisant le service entre Londres, Manchester et Liverpool et pour lesquels le système d'éclairage devait répondre aux conditions suivantes :

1° Chaque voiture portera l'énergie nécessaire pour son éclairage;

2° Chaque voiture devra pouvoir être attelée, dételée et retournée suivant les besoins sans qu'il y ait possibilité d'erreur dans l'établissement des connexions;

3° Le dispositif pour l'accouplement de voiture à voiture devra pouvoir être enlevé rapidement dans le cas où des voitures seraient laissées en route;

4° La simple suppression de cette communication assurera tous les changements de communications nécessaires pour reporter les lampes du circuit général de la dynamo au circuit des accumulateurs placés sur la voiture même;

5° Chaque compartiment aura au moins deux lampes;

6° L'éclairage du train tout entier devra pouvoir être commandé de l'un quelconque des wagons-fourgons.

L'un des trains fut éclairé par des lampes placées en quantité, l'autre par des lampes en série. Le premier mode ayant été reconnu le meilleur fut adopté par la Compagnie et il existe maintenant cinq trains, partant tous les jours de Saint-Pancrace, qui sont éclairés ainsi : dynamo actionnée par l'essieu du wagon fourgon et, sur chaque voiture, accumulateurs capables de suppléer la dynamo pour cette voiture. Il existe un train local entre Manchester et Stockport qui est éclairé suivant le système adopté par M. Houghton sur la « Brighton Line » mais avec deux séries d'accumulateurs et deux dynamos. Enfin deux trains circulant entre Londres et Bedfort sont éclairés par des dynamos actionnées par des petits moteurs à grande vitesse placés sur la locomotive.

Dynamos. — Dans tous les cas où l'on se sert d'accumulateurs, il est nécessaire :

a. Que la dynamo soit mise automatiquement en circuit quand est atteinte la vitesse nécessaire pour que la force électromotrice de la machine dépasse celle des batteries;

b. Que la force électromotrice reste pratiquement constante quelle que soit la vitesse du train;

c. Que le courant circule toujours dans la même direction quel que soit le sens du mouvement des wagons.

Les premisrs trains sur le « Midland Railway » furent pourvus de machines donnant un courant pratiquement constant quel que fût le nombre de voitures desservies. Depuis, MM. Holmes et C°, de Newcastle[1], ont réussi à établir une dynamo qui fournit un courant proportionnel à la résistance du circuit, et ces dynamos sont en usage sur tous les principaux trains où le mouvement est pris sur l'essieu du fourgon. Des appareils automatiques répondent aux desiderata exprimés plus haut.

Accumulateurs. — Ce sont des accumulateurs du type « E P S »; le type employé sur les lignes principales, où chaque voiture porte sa propre batterie, est celui C_{15} pour les plus grandes voitures et C_{11} pour les plus petites. La tension est de 35 volts dans tous les cas, de sorte qu'il faut 18 éléments par voiture.

Accouplement électrique. — Pour les trains qui n'ont pas à être dédoublés, il n'y a pas de grosse difficulté à assurer le passage du courant d'une voiture à l'autre ; mais quand les voitures doivent être séparées rapidement aux stations, l'accouplement doit être agencé de telle sorte que, tout en assurant une bonne communication électrique ; il soit d'une manipulation aisée. La forme adoptée par la « Midland C° » répond d'une façon complète à ce thème. Elle assure le changement de circuit lors de la suppression de la communication de wagon à wagon et permet de plus l'accouplement par simple manœuvre d'un commutateur. Les lampes de 8 bougies, et il y en a 2 par compartiment, avec coupe-circuit fusible pour chaque groupe et à la jonction avec les conducteurs amenant le courant de la dynamo. Les circuits sont disposés en quantité.

En ce qui concerne l'éclairage avec dynamos placées sur la locomotive, je ne crois pas que ce système ait reçu d'autre application que celle mentionnée plus haut. Mention doit être faite pourtant des expériences effectuées en 1884 sur le « Lancashire and Iorkshire Railway » et de celles faites la même année par M. W.-H. Massey sur le « Metropolitan District Railway ».

Sur le « Midland Railway » le personnel supplémentaire pour l'éclairage électrique se compose d'un chef d'équipe et deux ouvriers à St Pancrace, un ouvrier à Nottingham, Manchester, Bradfort et trois heures par jour d'un ouvrier à Derby. Le nombre total de wagons éclairés par l'électricité, actuellement en service sur les réseaux « Brighton, Great Northern and Midland » est de 365 voitures et 57 fourgons.

En terminant l'auteur fait ressortir que ce qu'il importe d'établir c'est que l'éclairage électrique des trains est plus commode et moins coûteux que les autres modes d'éclairage, tout en offrant une sécurité complète. La sécurité est démontrée aujourd'hui par une expérience de plusieurs années ; la commodité peut être obtenue par des dispositions convenables ; enfin, quant au prix,

[1] Voir *Électricien*, n° 28, p. 32.



l'auteur est d'avis que l'éclairage électrique peut soutenir avantageusement la comparaison avec les autres systèmes. La dépense de l'éclairage à l'huile est de 1/2 à 1 denier (0,05 à 0,10 fr) par lampe et par heure. Jusqu'ici le gaz comprimé n'a été employé sur une grande échelle que sur le « Metropolitan », c'est-à-dire dans un cas spécial qui ne saurait fournir une base exacte de comparaison. Quand on se sert du gaz, il faut des usines échelonnées sur la ligne aux points où les trains se forment; dans les centres, on serait probablement amené à établir ces usines à distance et à conduire le gaz aux trains par des canalisations. La dépense d'agencement des voitures pour l'éclairage au gaz varie de 4 livres 8 sh. à 7 livres par lampe (110 à 175 fr), tandis qu'avec l'éclairage électrique elle n'est que de 50 livres (1 250 fr) pour une voiture à 6 compartiments ou 104 fr par lampe, sur le « Midland Railway ». Pour des trains ne subissant pas de modifications en route, la dépense par lampe est de 90 fr, soit 450 fr par wagon à 5 compartiments. Les fourgons avec dynamos coûtent de 250 à 300 livres sterling chacun (6 250 à 7 500 fr). Il y a tout lieu de croire que le gaz comprimé appliqué en grand entraînerait une dépense de plus de 0,05 par lampe et par heure, tandis que le système d'éclairage électrique en usage sur le « Midland Railway », donne une dépense qui n'excède guère 0,025 par lampe et par heure.

L'éclairage électrique semble donc appelé à supplanter dans un avenir rapproché les autres modes d'éclairage et à devenir d'un emploi universel pour l'éclairage des trains. Il y aurait par conséquent intérêt à se mettre dès maintenant d'accord sur les points fondamentaux suivants :

1° Système à adopter;

2° Forme et situation des couplages électriques;

3° Tension du courant.

Tant que des bases communes n'auront pas été arrêtées à cet égard, il est à craindre que la diversité des plans adoptés ne crée des difficultés pratiques.

L. F.

(*Société des Ingénieurs civils de Londres séance du 5 mai* 1891.)

CHRONIQUE

Association française pour l'avancement des sciences. — La vingtième session sera tenue cette année à Marseille du 17 au 24 septembre prochain. Parmi les communications annoncées à ce jour, nous citons les suivantes :

Guébhard (A.). — L'année météorologique à Saint-Vallier-de-Thiey (Alpes-Maritimes);

Trouvé (G.). — Dynamomètre universel à lecture directe du travail et tachomètre donnant des indications simultanées à distance sur plusieurs points. — Orygmatoscope électrique pour l'examen des trous de sonde. — Gyroscope électrique pour la démonstration pendant un temps indéfini de la rotation de la terre. — Gyroscope électrique marin pour le contrôle et la rectification des compas de la marine. — Etude sur la navigation aérienne par le plus lourd que l'air et hélicoptère électrique militaire captif. — Etude sur un nouveau système de navigation maritime avec pile à eau de mer;

Zenger. — L'héliophotographie et les perturbations périodiques atmosphériques, magnétiques et sismiques de l'année terrestre de 1882 à 1890. — La nature des décharges électriques et leurs mouvements tourbillonnaires, avec photographies produites par les décharges elles-mêmes.

Nouveau composé isolant. — M. Bottome prépare ce produit en traitant par la soude caustique du quartz pulvérisé : il se produit du silicate de soude que l'on peut au besoin colorer.

Le traitement se fait à haute température, et quand le produit devenu liquide est bien homogène, on le coule dans des moules : la matière, après refroidissement est laissée dans les moules et de nouveau portée au rouge.

M. Bottome prépare par ce procédé, des culots de lampes, des isolateurs, etc...

Il est probable que le composé dont parle M. Bottome n'est pas seulement un silicate de soude et qu'il doit renfermer de la chaux de façon à produire une sorte de verre.

La pêche à la lumière électrique. — Nous avons parlé plusieurs fois de l'emploi de la lumière électrique pour attirer les poissons dans les filets ou sur les amorces des lignes; toutes les expériences faites jusqu'à présent ont été couronnées de succès, et on doit se rappeler que le procédé a rendu de véritables services dans les recherches dont la faune abyssale a été l'objet en ces dernières années. Voici qu'il entre dans la pratique de la pêche ordinaire; on crée en Californie, une flotte spéciale de pêche qui utilisera couramment ce moyen, destiné peut-être à dépeupler les eaux plus rapidement qu'il ne serait désirable. Mais aux Etats-Unis ces considérations pèsent peu dans la balance; qu'il s'agisse de produits minéraux, de bois, de bisons ou de poissons tous les moyens semblent bons pour obtenir les plus gros résultats immédiats. On ne s'occupe guère de ce qu'on laissera à ses petits-neveux.

L'Editeur-Gérant : Georges CARRE.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

2e Série. — Tome II. N° 34 22 Aout 1891.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

EXTRACTION DES MÉTAUX PRÉCIEUX PAR L'ÉLECTRICITÉ

PROCÉDÉ WILLIAM CROOKES

Il est peu de personnes qui ne connaissent le procédé Crookes qui consiste à augmenter les propriétés du mercure et surtout à les conserver intactes en l'amalgamant avec du sodium. Est-ce bien lui, ou J. Würtz, qui a, le premier, songé à cet amalgame? La chose ne vaut vraiment pas la peine d'être vérifiée, car Würtz aux États-Unis et Crookes en Angleterre, à quelques jours de distance, ont breveté ce procédé en 1865, ce qui prouve que leur invention ne date que de tel jour, de tel mois de cette année-là, alors que réellement l'un ou l'autre en avait peut-être eu l'idée bien auparavant. Cet amalgame au sodium a eu en son temps une très grande vogue ; on s'en sert même encore beaucoup aujourd'hui sinon pour extraire l'or des minerais, du moins pour nettoyer les plaques amalgamatrices quand elles sont saturées d'or. Mais, dans bien des endroits, il existe des préjugés contre cet amalgame qui exige peu de précaution pour le préparer, mais qui veut des soins de propreté extrême, et qui ne se conserve pas. La plupart des mineurs prétendent que, lorsqu'on sait se servir du mercure, on n'a pas besoin d'amalgame de métaux électro-positifs pour lui faire absorber l'or.

Plus tard, en 1888, le professeur Crookes, de concert avec M. Berger-Spence prit des brevets pour un nouveau système d'extraction de l'or, autrement dit, il en prit un en son nom, qui fut suivi de la prise d'un autre brevet exactement semblable au sien, mais cette fois au nom de M. Berger-Spence.

Le procédé consistait à soumettre à chaud le minerai pulvérisé à l'action du chlorure de fer, en combinaison avec un nitrate, du peroxyde de manganèse, ou un acide ; puis on précipitait l'or au moyen de cuivre.

Il n'y avait là qu'une réaction chimique très connue et qui peut se produire de plusieurs manières, tout aussi bien que la revivification du chlorure de fer.

C'était une recette pour des expériences de laboratoire, et rien de plus, car il ne suffit pas d'indiquer des ingrédients qui agissent, ou peuvent agir d'une façon plus ou moins efficace, il faut aussi montrer la manière de les appliquer, et surtout faire voir quels sont les appareils qu'on emploie, et quelle est la marche de l'opération, depuis le moment où le minerai pulvérisé, après avoir été ou non grillé, est jeté par une trémie ou une glissoire dans l'appareil, jusqu'à la fin, quand le minerai est censément épuisé, et que l'or et l'argent en ont été séparés.

Il n'a jamais été question de faire une installation quelconque de cette méthode qui n'est ni avantageuse ni pratique. Mais depuis quelques semaines on parle, comme de tout ce que fait le professeur Crookes, de son nouveau moyen d'amalgamer l'or des minerais, et je serai tout à fait dans l'actualité en vous en donnant les détails. Il faut respecter en lui le savant, le chimiste ; mais, du moment qu'il parle du traitement électro-chimique des minerais d'or et d'argent et qu'il entre dans la lice, il doit quitter son bagage, ses titres et tout ce qui lui donne du prestige pour se faire examiner comme le commun des mortels. Ce n'est pas le professeur Crookes qu'on met sous l'objectif, c'est son système, son brevet que nous allons étudier, analyser et critiquer tout comme si c'était celui du premier mineur venu et sans plus de cérémonie.

L'illustre chimiste débute par nous dire, ce que personne n'ignore, qu'on ne peut pas amalgamer directement les minerais réfractaires, tels que les sulfures, tellurures, etc., de zinc, de cuivre, de fer, etc., attendu que ces combinaisons minérales exercent une action délétère sur le mercure qui perd sa fluidité, se granule, ou plutôt, se divise en poussière et perd toutes ses vertus d'amalgamation, et cela, d'une façon d'autant plus désastreuse que non seulement l'or n'est pas capté, mais qu'il s'en perd beaucoup, et qu'avec lui se perd beaucoup de mercure.

C'est, dit le Dr Crookes, à une pellicule qui provient de certains sulfures et arsenico-sulfures qu'il faut attribuer cette morbidité du mercure qui est contaminé et dont les globules, une fois enduits, se séparent et sont isolés de telle façon qu'ils ne peuvent plus se réunir, et que, plus on les triture dans les machines, plus ils deviennent petits et finissent par s'échapper avec l'eau des lavages. Le mercure malade n'a plus de brillant et qui, pis est, il n'a que très peu d'action sur l'or ; on peut guérir le mercure en le distillant, mais quand il tombe en grenaille, il se perd ; d'ailleurs en supposant que le mercure reste actif, il n'y a pas d'amalgame possible quand on l'applique à des minerais réfractaires, attendu qu'ils sont enrobés dans une espèce de pellicule isolante qui fait que le mercure s'empare à peine de 30 à 40 0/0 de l'or qu'ils contiennent.

Tout ce qu'on vient de lire, vous le trouverez dans tous les traités de métallurgie de l'or et cela n'a rien à faire avec l'invention; mais comme tous les professeurs, le président de la Société Chimique de Londres ne saurait se dispenser de faire une sorte de petite leçon, ou conférence, ce qui est absolument déplacé dans un brevet.

Une autre méthode, dit-il, consiste à griller ces minerais rebelles jusqu'à ce qu'on les ait débarrassés de leur soufre; après quoi, on dissout l'or au moyen de chlore, par exemple, puis on le précipite. On a aussi proposé de faire disparaître cette pellicule qu'on suppose être du sulfure d'or, au moyen d'une faible solution d'acide nitrique, en présence de nitrate de mercure pour amalgamer les paillettes ou grains d'or à mesure que la pellicule disparaît ; mais le défaut de ce procédé est que, si faible que soit la solution, elle n'en décompose pas moins très facilement les sulfures métalliques, tels que ceux de plomb, de fer, de zinc, etc., de telle façon qu'il y a de l'hydrogène sulfuré qui se libère et qui recouvre de nouveau l'or d'une couche de sulfure. Sans entrer davantage dans le détail des autres procédés chimiques ou électriques que donne le professeur Crookes, je ferai remarquer que c'est son système au chlorure de fer et au nitrate qu'il tourne en ridicule, puisque les réactions qu'il a indiquées sont celles de la décomposition des nitrates par les chlorures : on n'a qu'à se reporter aux travaux de Kuhlmann, de Ramon de Luna et de bien d'autres chimistes pour s'en convaincre.

L'invention Crookes qui doit obvier à tous ces défauts consiste à soumettre les minerais à l'action d'une solution d'un sel de mercure, tel que le sulfate de mercure ou le cyanure de mercure qui décompose la pellicule dont l'or est couvert, de façon à pouvoir amalgamer cet or que ni le sulfate, ni le cyanure, ni le chlorure ou le nitrate de mercure ne dissolvent. On fait alors passer un courant alternatif à travers la masse, soit au repos, soit en état d'agitation, en présence d'électrodes en fer, en charbon, etc. Le gros de la masse ne conduit pas très bien l'électricité, mais les points et les grains d'or qui y sont disséminés sont d'excellents conducteurs ; chaque électrode est alternativement en fonction comme anode et comme cathode ; si le courant décompose l'eau, il se dégage des gaz et on a à chaque pôle, un mélange d'hydrogène et d'oxygène ; mais si les produits de la décomposition sont fixes, tels que l'acide et le métal, la décomposition par le courant qui va dans une direction est renversée par le courant qui va dans une direction opposée ; par suite, il y a peu ou point de décomposition. Supposons que le sel mercuriel soit du sulfate de mercure, il y aura de l'acide sulfurique dégagé, quand le pôle avec lequel il est en contact est positif et, par contre, il y aura du mercure au pôle négatif ; mais, en une fraction de

seconde, les pôles étant renversés, une décomposition contraire s'effectuera avec dégagement d'acide sulfurique en présence du mercure à l'état naissant avec lequel il se combine et, à l'autre pôle, le mercure dégagé par le premier courant rencontrera une molécule d'acide sulfurique avec laquelle il s'unit et par conséquent, à chaque pôle, le sel de mercure se décompose pour se recomposer immédiatement. Comme chaque paillette ou grain d'or qui est dans la masse humide traversée par le courant alternatif conduit mieux l'électricité que le minerai, les lignes équipotentielles de force convergent vers le métal, il est traversé par plus d'électricité qu'il n'en passe dans le reste de la masse et chaque parcelle d'or est alternativement anode et cathode. D'un côté, pendant que c'est le courant positif qui travaille, il y a dégagement d'acide sulfurique ; de l'autre, quand c'est le courant négatif qui passe, il y a libération de mercure, mais l'affinité de l'or pour le mercure est telle que les deux métaux s'unissent instantanément et que l'or est amalgamé. A l'alternance suivante du courant, le côté de l'or qui avait dégagé de l'acide sulfurique a du mercure qui se précipite sur lui.

L'affinité de l'or pour le mercure est donc de nouveau en jeu : et, au lieu de s'unir à l'acide sulfurique, le mercure préfère attaquer l'or, de sorte que chaque alternance de courant précipite le mercure sur les faces alternées de l'or, sans que l'or ait besoin d'être en communication métallique avec l'un des pôles de la dynamo, attendu que l'extra-conductibilité de l'or attire à lui les lignes de force.

Il n'est pas essentiel que la dimension des parcelles d'or soit très petite ; et le minerai n'a pas besoin d'être aussi finement pulvérisé que d'habitude, attendu que la solution mercurielle pénètre dans le minerai et y attaque l'or qui y est emprisonné et qui est dissous dans une masse de mercure dans l'opération suivante d'amalgamation.

Cette théorie est très jolie en principe, mais il faudrait voir dans la pratique ces mariages et ces divorces de l'acide sulfurique, du mercure et de l'or, sous l'influence des courants alternatifs. Qu'il me soit permis d'émettre quelques doutes sur les bienfaisants effets de cette électrolyse à courants renversés, et de dire que les courants continus feraient probablement beaucoup mieux l'affaire ; en outre, on ne nous dit pas quelle est la cuve ou l'appareil dans lequel s'effectue l'opération électrolytique et nous ne savons pas comment sont disposées les électrodes. Pour ma part, si la masse du minerai est inerte, au repos, elle tombera au fond et s'y tassera, aussi dure que du ciment, et il restera en haut de la solution mercurielle qui se décomposera, sans produire le moindre petit effet sur le minerai qui s'est précipité au fond et qui y est absolument impénétrable aux actions quelconques qui pourraient se produire dans le bain. Si le minerai est agité, il faut qu'il y ait un dispositif qui le permette, et l'inventeur Crookes considère sans doute ceci comme une question négligeable ; mais tous ceux qui savent ce que c'est que travailler le minerai seront d'un avis différent.

Parlons maintenant du minerai qui, dit M. Crookes, n'a pas besoin d'être réduit en folle-farine. Si on porphyrise les minerais, c'est pour y mettre à nu l'or qui, la plupart du temps, n'y existe pas à l'état visible, mais à l'état microscopique. Si l'or y était à l'état de veines régulières, de petits filons, on pourrait à la rigueur croire que la solution, l'attaquant par un bout, irait fouiller jusqu'au fin fond et le dissoudre ; mais il est disséminé, et si le minerai est gros comme une tête au lieu de l'être comme une pointe d'épingle et que l'or se trouve juste au milieu de la tête, comment la solution mercurielle ira-t-elle agir sur lui ? Si la thèse Crookes était vraie, on n'aurait qu'à avoir des morceaux gros comme des oranges et la solution agirait tout de même. Mais le savant métallurgiste a oublié qu'il n'y a que très peu d'or dans une tonne de minerai et que pour arriver à le capter il faut traverser des barrières de quartz, de chaux, de magnésie, de gangues de toutes sortes, qui, toutes, forment des couches isolantes et rebelles à l'action des sels de mercure ou de n'importe quel autre agent. Et il est matériellement impossible

d'extraire même 80 0/0 d'or d'un minerai qui n'est pas absolument pulvérisé au maximum de ténuité.

J'aurais bien encore différentes objections à faire valoir, mais je me contenterai de faire ressortir les désagréments que trouveront les ouvriers à manipuler et à travailler aux abords de cuves où passent des courants alternatifs, source de tant d'accidents dans nos contrées civilisées et à plus forte raison dans les districts miniers où la plupart des hommes qu'on emploie sont à peu près à l'état primitif. Il ne faut pas oublier en effet que si on veut arriver à des résultats sérieux d'exploitation, il faudra avoir toujours dix ou douze cuves électrolytiques attelées sur la dynamo; M. Crookes ne nous dit pas quelle sorte de dynamo il emploiera, mais il nous apprend que l'efficacité de son procédé dépend de la densité du courant, de la surface des électrodes, de la conductibilité du mélange du minerai et du liquide et de la fréquence des alternances par seconde. Or, comme il nous dit qu'il tient à ce que les alternances soient rapides, le voisinage et les familiarités du courant alternatif n'en seront que moins agréables.

Il semble du reste que le docteur Crookes ait prévu les inconvénients de son système électrolytique dans lequel on ne saisit pas très bien comment il sépare l'or et le tire de son bain ; voici ce qu'il suggère dans les cas où l'application de l'électricité est impossible; il prend deux ou trois livres de sel de mercure dissous dans 450 litres d'eau par tonne et il s'en sert pour nettoyer le minerai, c'est-à-dire pour faire disparaître la couche qui empêche l'or d'être amalgamable; ceci se fait à chaud. Dès que l'action est complète (mais comment sait-on qu'elle est complète quand on a à traiter vingt ou trente tonnes de minerai à la fois ?) on fait écouler la solution et on traite le minerai dans des amalgamateurs ou dans des appareils quelconques à cet effet, et on ajoute au mercure un peu d'amalgame de sodium. On peut aussi se servir du sel mercuriel dans les appareils à écraser et à amalgamer ou à concentrer.

Telle est en résumé la nouvelle méthode d'extraction de l'or sur laquelle le nom et la renommée du professeur Crookes ont attiré l'attention du public. Elle n'est ni simple, ni efficace, ni économique, et tout spécialiste qui sait quels sont les progrès qui ont été réalisés, et quels sont ceux qui restent à réaliser, dira comme moi que, cette fois-ci pas plus qu'auparavant, le docteur Crookes n'a rien fait qui puisse supplanter les systèmes existants, ou qui puisse faire désirer l'application des courants alternatifs en combinaison avec un sel de mercure pour dégager l'or des minerais réfractaires et pour l'amalgamer d'une façon simple, rapide, peu coûteuse et sur tout à peu près complète.

E. Leonardi.

CONSTRUCTION D'APPAREILS DE MESURE

(suite et fin[1]*)*

Bobine de résistance pour la mesure des différences de potentiel

On sait que, quand un galvanomètre branché entre deux points quelconques d'un circuit possède une résistance assez grande pour ne pas troubler le régime établi, le courant qui le traverse est sensiblement proportionnel à la différence de potentiel entre les deux points en question; donc, si dans le circuit (de préférence celui de 100 ohms) du galvanomètre précédent nous intercalons une résistance suffisante, nous pourrons considérer les tangentes des angles de déviation comme indiquant les forces électromotrices, après

[1] Voir n° 33, p. 105.

toutefois avoir établi une constante de l'appareil, c'est-à-dire la tangente de l'angle de déviation pour une certaine valeur de force électromotrice, 1 volt, par exemple. On transforme donc tout simplement l'appareil en voltmètre à lecture directe et on peut parfaitement compter sur une exactitude satisfaisante, en ayant soin de vérifier de temps en temps cette constante. — La bobine de circuit est donc une simple bobine en bois sur laquelle est enroulée, moitié dans un sens, moitié dans l'autre pour éviter la self-induction, une longueur de 300 mètres de fil de maillechort recouvert ayant 0,2 mm de diamètre, et présentant à peu près 2 000 ohms de résistance. La bobine est dans une boîte qui porte 2 bornes servant à amener le courant; elle est fixée au fond de cette boîte par une vis à bois; le couvercle est mobile (fig. 9). L'enroulement est soigneusement verni. On détermine la constante en mettant en circuit le galvanomètre (circuit de 100 ohms) la bobine de circuit et un élément Daniell (modèle de moyenne hauteur) bien monté, métaux purs si c'est possible ou en tous cas chargés de produits purs : solution saturée de sulfate de cuivre pur, et solution de sulfate de zinc pur de densité 1,2, (solution A de la pile étalon de J.-A. Fleming). La tangente de l'angle correspondant indique une force électromotrice de 1,102; on ramène à la tangente, correspondant à 1 volt exactement, et on dresse une table de 2 colonnes avec les tangentes et les forces électromotrices ou différences de potentiels correspondantes, en regard : on obtient sans calcul les valeurs cherchées.

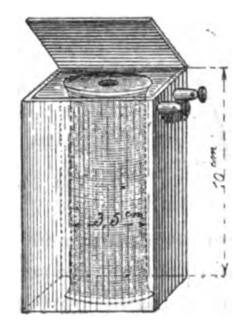


Fig. 9.

Galvanoscope sensible pour les méthodes de réduction à zéro

On se procure un globe en verre avec son socle (fig. 10) semblable à ceux dont on se sert quelquefois pour préserver de la poussière certains objets, de 15 cm de diamètre extérieur de socle, le globe ayant environ 10 cm de haut. Le cadre en cuivre rouge est fait ainsi: deux plaques de forme et dimensions indiquées figure 11, sont réunies par un tube elliptique soudé (soudure au cuivre ou à l'argent) sur les bords de l'évidement central de chaque plaque de façon à les réunir toutes deux : on a ainsi un cadre tel que le montre la figure 12. Ce tube elliptique a 12 mm de hauteur. Comme pour la boussole des tangentes, on a soudé deux équerres en cuivre sur le bas du cadre ainsi formé pour le visser sur le socle. On enroule, sans être tenu de compter les tours, 75 mètres de fil de 0,2 mm, recouvert de soie ayant 40 ohms de

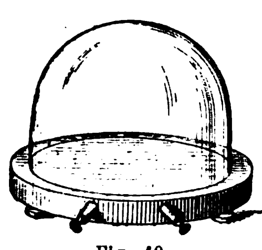


Fig. 10.

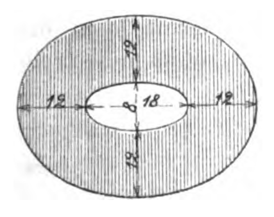


Fig. 11.

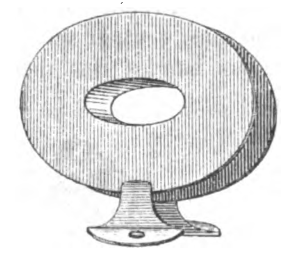


Fig. 12.

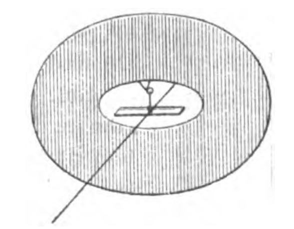


Fig. 13.

résistance; on vernit soigneusement pendant l'enroulement. Le vide central reçoit l'aiguille, lame de ressort de montre de 2 mm de largeur, 15 de longueur et quelques dixièmes de millimètre d'épaisseur; elle est trempée et aimantée. Un petit anneau

soudé au centre, avant ces deux dernières opérations, reçoit le fil de cocon replié sur lui-même et collé comme on l'a indiqué plus haut; l'autre extrémité passe sur un crochet (fig. 13) en fil fin de cuivre soudé à la partie supérieure de l'intérieur du cadre et est collée un peu plus loin en un point quelconque de cet intérieur; pour transporter l'instrument on détache le fil du crochet avec des pinces fines; l'aiguille, dont le fil devient alors trop long, repose sur le fond du tube elliptique qui réunit les deux faces entre lesquelles est enroulé le fil; pour le raccrocher, il suffit d'incliner l'appareil de façon que le poids de l'aiguille tende le fil et de manœuvrer de façon que le fil se loge dans le crochet; on replace alors l'appareil de niveau et l'aiguille est suspendue. L'index, soudé à l'étain sous l'aiguille, est un fil fin de laiton aminci en le faisant attaquer par l'acide azotique jusqu'à ce qu'il atteigne le plus petit diamètre possible. Cette opération demande des précautions pour ne pas laisser le fil se dissoudre entièrement; on obtient alors un fil très mince, léger et suffisamment solide. Le cadre est fixé un peu excentriquement sur le socle et, le plus loin possible sur ce dernier, on fixe un cercle gradué découpé dans un rapporteur en cuivre ou en maillechort (fig. 14). On soude en dessous une petite colonnette en cuivre ayant un trou taraudé à sa partie inférieure. Un trou percé de part en part dans le socle permet de le traverser par une vis qui tient en place la colonnette à laquelle est soudée la bande graduée, de façon que celle-ci arrive à 1 ou 2 mm en-dessous de l'aiguille; deux bornes fixées en avant du socle reçoivent les bouts du fil du cadre. Il est entendu que la graduation ne signifie rien, l'appareil étant un simple galvanoscope.

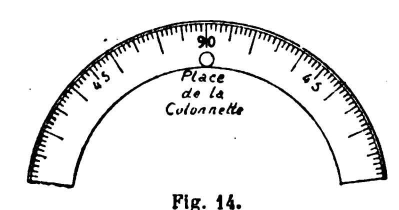


Fig. 14.

Pont de Wheatstone à curseur et fil divisé

On prend une planchette de 1,08 m de longueur sur 0,08 m de largeur et 0,02 m d'épaisseur avec moulure au bord ramenant les dimensions efficaces à 1,06 m de longueur et 0,06 m de largeur, proprement vernie par un moyen quelconque. On découpe cinq bandes de cuivre rouge de section rectangulaire, ayant 12 mm de large et 4 mm d'épaisseur. Deux de ces bandes ont 46 cm de long, une 85 mm, et deux 30 mm. On fixe les trois premières dans le prolongement l'une de l'autre par des vis à bois dans la planchette formant socle; entre elles on laisse un vide de 10 mm environ; aux extrémités de ces bandes et au milieu de celle de 85 mm de long, on soude à l'étain de fortes bornes ou mieux des coupelles métalliques destinées à recevoir du mercure, pour prendre les contacts. Au préalable on a soudé à l'étain, aux extrémités des bandes de 46 cm et à angle droit, les petits bouts de 30 mm; ceux-ci sont destinés à recevoir le fil divisé. On fixe donc ces trois bandes, les deux de 46 cm et au milieu celle de 85 mm, en ayant soin qu'il y ait exactement 1 mètre entre les bords internes des deux petits bouts de 30 mm placés aux extrémités. On a ainsi la disposition de la figure 15. On tend entre A et B un fil maintenu comme il est indiqué figure 16 : c'est une barrette au centre de laquelle on a fait, avec une lime queue de rat, un logement pour

Fig. 15.

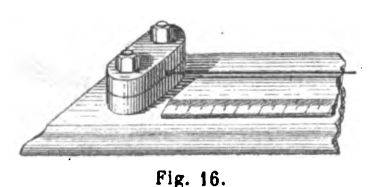

Fig. 16.


Fig. 17.

le fil, ainsi que dans la partie inférieure. Deux boulons de 5 mm de diamètre de filet, dont le bout est taraudé dans cette partie inférieure, fixent cette barrette qui maintient solidement le fil tendu. Le fil doit être en platine et avoir 1,5 mm de diamètre, mais son prix étant assez élevé, on peut le remplacer par un fil de maillechort étiré avec soin ; le défaut d'homogénéité qu'a souvent ce métal peut causer des erreurs ; on y remédie en prenant chaque mesure deux fois : une fois l'étalon d'un côté et la résistance à mesurer de l'autre, et la deuxième fois, inversement l'étalon à la place de la résistance et celle-ci à la place de l'étalon; on prend alors la moyenne arithmétique des deux mesures. On se procurera une règle à dessin dont le bord porte 1 mètre divisé en centimètres et millimètres (fig. 17) ; on sépare, en le sciant, le mètre du reste de la règle et on le cloue avec de fines pointes d'ébéniste le long du fil et un peu en avant en ayant soin que les extrémités du mètre arrivent parfaitement au niveau des pinces extrêmes A et B. On peut, du reste, fixer d'abord le mètre et seulement visser les bandes de cuivre en prenant la précaution indiquée; on est alors sûr de la longueur du fil. Quant à la prise mobile de courant, celle qui court le long du fil, nous nous servons, mais seulement pour les mesures rapides ou de première approximation, d'un manche creux en bois terminé par un tube en argent au bout duquel est soudée une sorte de fourche constituée par une plaque d'argent de 1 mm d'épaisseur dans laquelle on a découpé une partie en forme de V renversé (fig. 18). Un conducteur souple aboutit à cette fourche par le vide central du manche bois. On promène alors ce manche sur le fil qui se loge au sommet de la fente en forme de V, pour chercher le point d'équilibre. Mais pour les mesures plus exactes il faut un curseur ; nous le faisons ainsi (fig. 19 et 20): une petite planchette de 2 cm de longueur (dans le sens du fil) et assez large pour être maintenue entre les bandes de cuivre et le bord intérieur du mètre, comme guides, peut glisser sur toute la longueur. Elle porte en son centre une lame fine d'argent A, de 0,4 mm d'épaisseur et de 3 mm de hauteur, entrée à frottement et collée à la gomme laque dans une fente pratiquée au milieu de la planchette et perpendiculaire à la direction du fil. Au dessus, une languette d'argent B, de 0,5 mm d'épaisseur, est fixée par deux toutes petites vis dans l'épaisseur de la planchette et porte, soudée en face de la lame A et dans le même sens, une lamelle toujours de 1 mm d'épaisseur destinée à prendre contact avec le fil, la lame A servant en même temps d'index. On peut faire d'abord la mesure avec le manche décrit ci-dessus, puis se servir du curseur, auquel est fixé un conducteur souple qui lui amène le courant ou met en communication le point touché du fil avec le galvanomètre, suivant l'une des deux dispositions employées. Celle

Fig. 18.

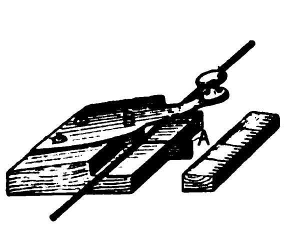


Fig. 19.

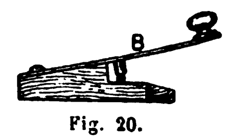


Fig. 20.

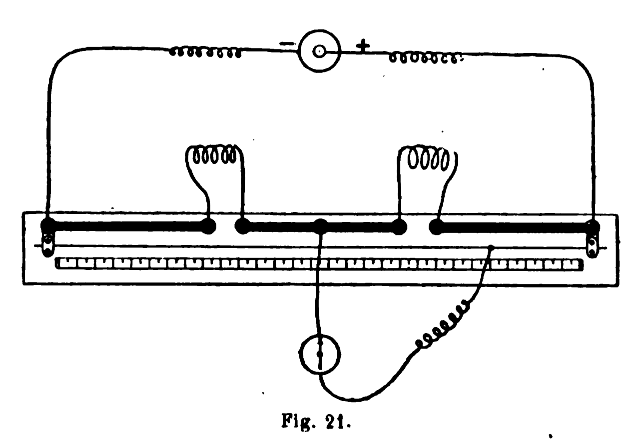


Fig. 21.

qu'indique la figure 21 est la plus employée, c'est celle recommandée dans tous les ouvrages spéciaux, d'ailleurs.

Caisse de résistances étalons pour le pont de Wheatstone

La sensibilité maxima du pont n'a lieu que pour les positions moyennes du fil, aussi est-il très utile, sinon indispensable, d'avoir des résistances étalons en nombre variable dont on choisit pour faire la mesure celle qui se rapproche le plus de la résistance inconnue dont on aura cherché une première valeur approximative avec n'importe quelle résistance étalon.

Nous avons fait une boîte carrée contenant quatre bobines dont les résistances respectives sont : 1, 10, 50 et 100 ohms. Les dimensions de cette boîte sont 12 cm de longueur et de largeur, 8 de hauteur. Un couvercle carré en ébonite de 13 cm de côté et 8 mm d'épaisseur est vissé sur la boîte. Sur la face supérieure du couvercle sont fixés les plots et prises de courant (fig. 22). Une bande de cuivre (bronze) A de 80 mm de long, 10 mm de large et 5 d'épaisseur, est fixée par trois vis qui traversent le couvercle par le dessous et pénétrent dans trois trous taraudés dans cette bande. Une borne B amène le courant. En face et perpendiculairement cinq plots *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, en même bande de cuivre, mais de 30 mm de longueur chacun, sont vissés de la même manière.

Entre eux et la barre horizontale on a laissé un intervalle de 1,5 mm et des trous de 6 mm de diamètre sont percés moitié dans la barre horizontale, moitié dans le plot correspondant, pour loger une cheville en cuivre, tournée et fendue longitudinalement à

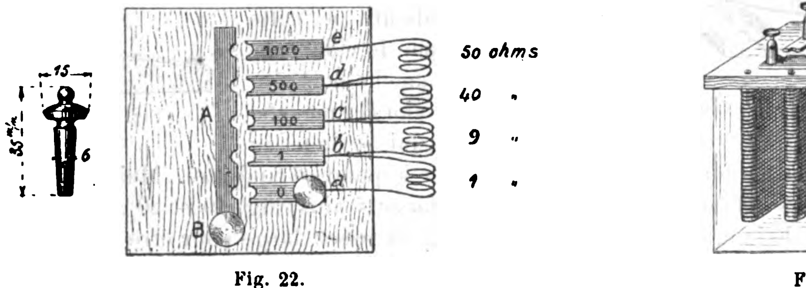


Fig. 22.

Fig. 23.

sa partie inférieure pour faire ressort. Il est nécessaire d'apporter grand soin à ce travail pour que les contacts soient irréprochables. Le plot *a* porte une borne servant de seconde prise de courant ; ce même plot sert à mettre en court-circuit les résistances par l'introduction de la cheville entre *a* et la barre horizontale. La cheville introduite en *b* donne 1 ohm, en *c* 10, en *d* 50 et en *e* 100; le schéma des communications intérieures est indiqué sur la même figure. Quant à l'ajustement des résistances, on peut procéder de la manière suivante : on achète une bobine étalon d'un ohm. On se procure du fil de maillechort, recouvert de soie, de 1,2 mm pour la bobine d'un ohm, de 0,8 mm de diamètre pour la bobine de 10, de 0,3 pour celle de 50, et de 0,2 pour celle de 100. Comme première approximation on pourra compter sur 6 mètres de fil de 1,2 mm, 15 mètres de 0,8 mm, 30 mètres de 0,3 mm et 18 mètres de 0,2. A l'aide de la bobine étalon, et avec le pont à curseur on mesure la résistance d'une longueur connue de chaque fil (on sait que les coefficients de résistance varient pour le maillechort dans de larges limites suivant les échantillons) : puis de là on calcule la longueur à donner pour chaque bobine. On prépare 4 planchettes de 11 cm de longueur, 1,5 cm d'épaisseur 7,5 cm de largeur ou hauteur. On enroule les fils sur leurs planchettes respectives en ayant soin de faire toujours l'enroulement moitié dans un sens, moitié dans l'autre, pour éviter l'induction; on vernit toujours pendant l'enroulement; les planchettes sont ensuite vissées

parallèlement entre elles et à distance convenable l'une de l'autre sur le couvercle par des vis à bois traversant ce dernier, traversé lui-même par les extrémités de fil des bobines que l'on soude à l'étain de la façon la moins visible, d'après le schéma de la figure 22. L'intérieur de la boîte est montré par la figure 23. Puis la bobine étalon restant en communication avec le pont, on mesure la résistance exacte de la bobine dont on a calculé l'enroulement pour 1 ohm (la bobine étalon ne fait pas partie de la caisse de résistances, on la garde comme étalon de contrôle) ; on inverse la mesure en changeant de place les deux résistances, on prend la moyenne et on a la résistance *exacte* de la bobine faite pour avoir à peu près 1 ohm. On opère de même en mettant la cheville en *b* : on aura la résistance *exacte* de deux premières bobines, la seconde ayant été calculée pour avoir 9 ohms le plus exactement possible. Nous disons 9 ohms, car les quatre résistances étant montées en tension, la valeur effective de chacune doit être égale à sa valeur nominale, diminuée de la valeur des résistances qui précèdent. Les valeurs des quatre résistances devront donc être $1 + 9 + 40 + 50 = 100$. On se sert, pour étalonner la troisième résistance, des deux premières en tension, la cheville étant en *c* ; pour la quatrième on se sert des trois premières avec la cheville en *d*, pour se rapprocher toujours de la valeur de la résistance cherchée. On a l'inconvénient d'avoir des valeurs un peu différentes des chiffres ronds et dont les décimales compliquent le calcul des résistances ; mais on a l'avantage d'avoir des résistances absolument exactes et d'éviter l'ajustement pénible qu'on emploie d'habitude en mettant au point, soit grattant le point de soudure, soit par l'adjonction d'un petit rhéostat additionnel ; il faut laisser ces moyens aux constructeurs spécialistes, qui disposent de ressources, savent et peuvent faire ce qui est impossible à la plupart des amateurs.

A ces quelques appareils on joindra un condensateur d'un microfarad, construit d'après les indications qu'on trouve dans une foule d'excellents ouvrages, des piles de différents systèmes, des inverseurs, etc.

Il ne nous reste plus maintenant qu'à solliciter l'indulgence des électriciens qui n'admettent l'usage que des appareils tout à fait de précision ; qu'ils nous permettent seulement de leur faire remarquer que les appareils dont nous nous sommes permis d'entretenir les lecteurs de l'*Électricien*, construits avec soin, peuvent rendre des services, les nôtres le prouvent, et qu'enfin leur seule prétention est d'être à la portée de toutes les bourses et de presque tous les ateliers d'amateurs.

Georges MARTIN.

LE TÉLÉGRAPHE IMPRIMEUR MULTIPLE J. MUNIER

(*suite* [1])

Ressorts de disjonction et de dérivation. — Le mouvement des armatures des électros a été utilisé par l'inventeur pour actionner des groupes de ressorts qui servent les uns à contribuer à l'impression d'une lettre donnée, les autres à produire automatiquement la décharge de la ligne après chaque émission.

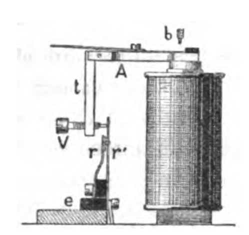
Ressorts de disjonction. — On a vu, dans l'exposé du principe de l'appareil[2], que l'emploi d'une cinquième touche-clé et d'un cinquième électro-clé aurait nécessité un sixième plot sur chaque secteur du distributeur, et que l'inventeur avait évité cette diffi-

[1] Voir l'*Électricien*, 2e série, tome I, p. 101, 137, 185, 313, 394 et n° 29, p. 41.
[2] Voir l'*Électricien*, 2e série, tome I. p. 104.



culté en constituant un circuit spécial pour relier le premier secteur du collecteur (qui sera décrit ultérieurement) à l'électro-imprimeur.

Ce circuit se compose de quatre groupes de deux ressorts désignés sous le nom de *ressorts de disjonction*. Chaque groupe est actionné par l'armature d'un électro-clé.



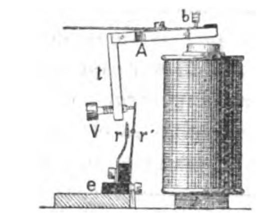


Fig. 32.

A cet effet, chaque armature d'électro-clé est munie d'un bras *t* (fig. 32) qui descend verticalement entre les montants du chevalet qui supporte l'armature. Ce bras est muni à son extrémité libre d'une vis de réglage V dont le pied agit sur les ressorts. Ces derniers, au nombre de deux *r r'* dans chaque groupe, sont montés sur un socle *e* en matière isolante de manière à se présenter en face l'un de l'autre. Le socle *e* est lui-même fixé sur la base du chevalet.

La longueur donnée au bras *t* ainsi que celle des ressorts *r r'* est telle que, lorsque l'armature est au repos, comme on le voit sur la partie de droite de la figure 32, les deux ressorts sont au contact; quand, au contraire, l'armature A se soulève, la vis V, dans son mouvement, écarte les ressorts *r r'*.

Pour assurer une bonne communication, lorsque les ressorts se touchent, les parties qui appuient l'une sur l'autre sont garnies de contacts en argent.

Afin de ne pas opposer une résistance trop grande au fonctionnement des armatures et d'éviter l'emploi de ressorts antagonistes qui nécessiteraient une pile énergique pour effectuer le rappel simultané des armatures, tous les ressorts sont très souples.

Ressorts de dérivation. — Les ressorts de dérivation destinés à produire automatiquement une dérivation à la terre sont également actionnés par l'armature de chaque électro.

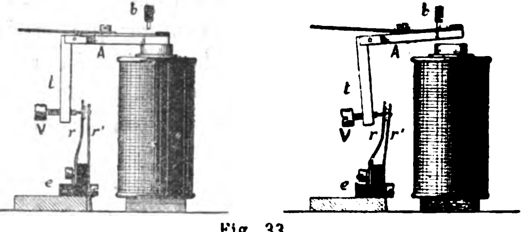


Fig. 33.

Comme on le voit sur la figure 33, ils sont montés de la même manière que les ressorts de disjonction avec cette seule différence que la longueur des ressorts *r* et *r'* est la même. De plus, lorsque l'armature A est au repos, les ressorts ne se touchent pas, mais ils viennent en contact lorsqu'elle se soulève.

Les deux ressorts de dérivation *r r'*, se faisant vis-à-vis dans chaque groupe, sont reliés l'un à la terre, l'autre au plot de réception du distributeur que l'on veut mettre à la terre lorsque l'armature de l'électro se soulève.

Communications de la boîte des clés. — Toutes les communications de la boîte des clés aboutissent à des plots cylindriques fixés sur le fond de la boîte et disposés sur deux rangées.

Un certain nombre de ces plots devant être reliés en permanence à la terre, on a noyé dans l'épaisseur du bois du socle un fil continu, partant de la borne T (fig. 34) et venant rejoindre par une boucle chacun des plots qui doivent être mis à la terre.

Il y a deux catégories de plots :

1° Les petits qui servent à établir les communications intérieures de la boîte et qui ne sont pas visibles de l'extérieur;

2° Les gros, qui traversent le socle et qui servent d'intermédiaire entre les fils exté-

rieurs venant des appareils récepteurs et les fils intérieurs auxquels ils doivent être reliés.

Ces plots, au nombre de 21, sont désignés chacun par une ou plusieurs lettres, imprimées sur le socle et indiquant son affectation.

Un câble formé de 21 conducteurs et appelé câble des clés sert à établir les communications. Pour éviter toute erreur, chaque fil est muni d'une petite rondelle en cuivre sur laquelle sont gravées les lettres indicatrices correspondant à celles qui sont imprimées

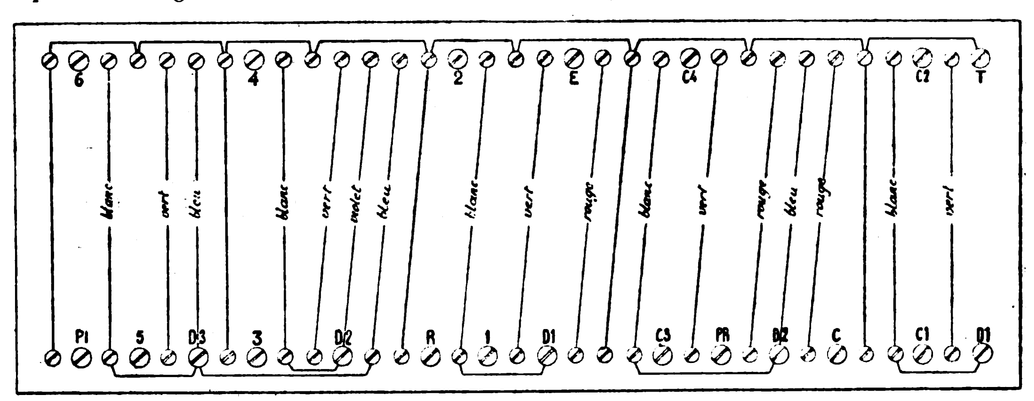


Fig. 34.

sur le socle à côté de chaque plot. Ces rondelles servent en outre à établir la communication du fil avec le plot correspondant.

Le détail de ces communications sera donné ultérieurement avec le plan d'ensemble des communications pratiques du système complet.

Décharge de la ligne. — On a vu, dans la description du distributeur, que les plots de décharge servant à séparer les plot-lettres des plot-clés étaient reliés directement à la terre et que ceux qui servent à séparer les secteurs entre eux étaient, les uns, reliés à la terre, les autres, isolés, suivant que tel ou tel secteur était affecté à la transmission ou à la réception.

Ces plots assurent la décharge de la ligne seulement après le dernier plot-clé et le dernier plot-lettre, puisque aucune communication directe avec la terre ne se trouve après le premier plot-clé, ni après les premier et second plot-lettres. Dans ces conditions, la décharge de la ligne se produirait pendant le passage du balai sur le plot suivant, c'est-à-dire par l'intermédiaire de l'électro qui lui est relié, ce qui pourrait produire le fonctionnement de son armature. Il est vrai que le fonctionnement de cette armature ne changerait pas la lettre à imprimer, puisque la première armature soulevée dans la série des clés, aussi bien que dans la série des lettres, détermine seule l'impression et, qu'en outre, toutes les armatures soulevées sont ramenées simultanément au repos au moment de l'impression.

Il était toutefois nécessaire d'empêcher ce fonctionnement anormal des armatures et d'assurer la décharge de la ligne en dehors des électros récepteurs, c'est-à-dire à l'aide d'une communication directe à la terre. C'est ce que l'on obtient à l'aide des ressorts de dérivation qui ont été décrits plus haut.

Les dérivations établies à l'aide des ressorts sont disposées de manière à éviter non seulement les effets des queues de courant sur les électros reliés aux plots qui suivent celui qui a servi au passage du courant, mais aussi à préserver l'électro relié au plot même par lequel arrive le courant, en mettant ce plot à la terre dès que l'armature s'est soulevée.

Cette dérivation établie sur le plot utilisé a pour but d'éviter l'effet des extra-courants qui se produisent lorsque le balai abandonne le plot et aussi pour donner une issue au

courant lorsque l'armature s'est soulevée avant que le balai ne soit arrivé à l'extrémité du plot. Ce dernier cas doit être assez fréquent, car on peut admettre que, lorsque la réception est bonne, l'orientation est telle que le balai arrive sur le plot au moment précis où l'intensité du courant commence à être suffisante pour provoquer le fonctionnement de l'armature et que ce fonctionnement a lieu lorsque le balai n'est encore qu'à la moitié ou aux deux tiers de la largeur du plot. Il s'ensuit que des courants étrangers de signe contraire, venant de la ligne, pourraient détruire l'effet produit en ramenant l'armature au contact des pôles de l'électro pendant que le balai finirait de parcourir le plot. La dérivation à la terre établie par les ressorts empêche complètement cette action.

Le nombre de groupes de ressorts de dérivation n'est pas le même pour chaque électro. Il est de trois pour les deux électros formant le premier groupe d'électro-lettres, car ce groupe étant relié au premier plot-lettre doit avoir une dérivation établie sur les deux plots suivants en plus de celle qui doit exister sur son plot même. Les électros du deuxième groupe sont munis de deux paires de ressorts, dont l'une pour le plot suivant et l'autre pour son propre plot. Enfin le troisième groupe n'a qu'une seule paire de ressorts, puisque la dérivation ne doit exister que pour le plot auquel les deux électros sont reliés, ce plot étant suivi sur le distributeur d'un plot de décharge.

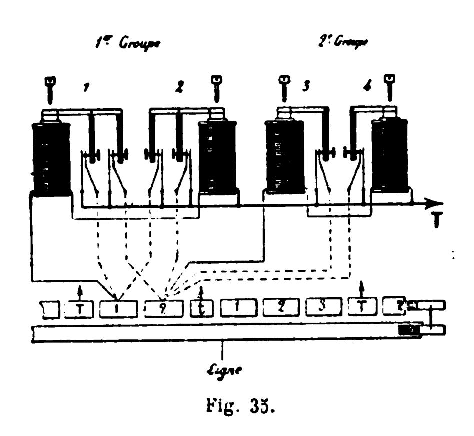


Fig. 35.

Quant aux électro-clés, le premier groupe est muni de deux groupes de ressorts de dérivation dont un pour le plot auquel ils sont reliés et l'autre pour le plot-clé suivant; le second groupe n'en a plus qu'un qui établit la dérivation sur le plot auquel sont reliés les électros, ce plot étant suivi d'un plot de décharge sur le distributeur. Il ne faut pas perdre de vue qu'en dehors des ressorts de dérivation, chaque électro-clé est muni d'un groupe de ressorts de disjonction dont on verra le rôle lorsqu'il sera parlé de l'impression des diverses lettres.

Les fils attachés aux ressorts de dérivation sont reliés entre eux de manière que toute armature qui se soulève établisse les dérivations voulues.

Les figures 35 et 36 montrent les communications établies entre les ressorts de dérivation et les plots du secteur de réception du distributeur.

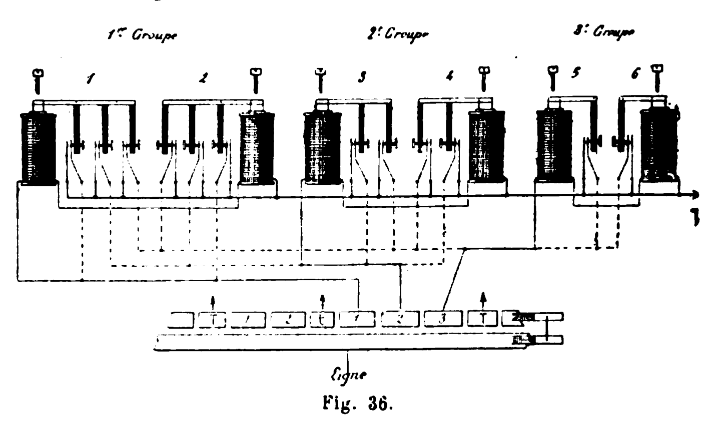


Fig. 36.

Lorsqu'une des armatures n° 1 et n° 2 du premier groupe d'électro-clés vient à se soulever (fig. 35) les plots-clés 1 et 2 du secteur sont mis à la terre, puisque les ressorts de dérivation viennent au contact par suite du soulèvement même de l'armature. Un des ressorts de chaque groupe étant relié en permanence à la terre, on voit sur la figure que, le ressort qui lui fait face venant à le toucher, les plots 1 et 2 seront aussitôt reliés à la terre par leur intermédiaire.

Si c'est une des armatures 3 et 4 du second groupe qui se soulève, le plot n° 2 du secteur sera aussitôt mis à la terre.

Par suite de cette disposition, tout soulèvement d'une armature aura pour effet de mettre immédiatement à la terre tous les plots du secteur de réception qui seront reliés aux ressorts actionnés par cette armature. Par conséquent, tout courant étranger ne pourra parvenir aux électros et la décharge de la ligne se fera non seulement par les plots de décharge du distributeur, mais aussi par les plots mêmes de réception aussitôt qu'un électro-clé ou lettre aura été actionné.

La figure 36 montre les dérivations des trois groupes d'électro-lettres. En suivant les communications, on voit facilement que, lorsqu'une armature se soulève, elle met à la terre le plot de réception par où est arrivé le courant, dès que celui-ci a produit son effet; de plus elle y met également les plots suivants, excepté lorsque le courant arrive par le plot lettre n° 3 qui est seul mis à la terre par les ressorts, ce plot étant suivi d'un plot de décharge T.

(*à suivre.*) J.-A. Montpellier.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Détermination des pertes dues à l'hystérésis et aux courants de Foucault dans l'armature des dynamos

Par Gisbert Kapp

M. Gisbert Kapp a récemment indiqué une méthode très élégante pour mesurer séparément les pertes d'énergie par le fait de l'hystérésis et des courants de Foucault dans l'armature d'une dynamo à courant continu. Nous reproduisons, d'après *The Electrician*, un exposé de cette méthode.

En dehors de la perte inévitable qui est due à la résistance du cuivre, la perte totale se compose des facteurs suivants :

1° Perte par frottement mécanique;

2° Perte par hystérésis dans le noyau;

3° Perte par courants de Foucault, soit dans le noyau, soit dans les conducteurs, ou seulement dans les conducteurs en commutation, par suite d'une fausse position des balais;

4° Résistance de l'air. Mais ce dernier facteur est tellement faible qu'il peut être négligé.

Il est à peine besoin de faire remarquer l'intérêt pratique que présente une méthode simple pour la séparation de ces pertes, et l'auteur propose une telle méthode, dans l'espoir que quelque lecteur trouvera le moyen de la développer de façon à la rendre applicable aux alternateurs et aux transformateurs, classe d'appareils pour laquelle la détermination exacte des pertes par courants de Foucault et par hystérésis est encore plus importante que pour les machines à courant continu.

La méthode est basée sur cette hypothèse que le torque, nécessaire pour vaincre l'hystérésis et le frottement mécanique, est indépendant de la vitesse, et que, par conséquent, le travail absorbé par ces deux effets est simplement proportionnel à la vitesse, si le champ reste constant. Si le frottement et l'hystérésis sont supposés obéir à la même loi, il est clair que la méthode ne pourra que fournir leur somme, et non pas leurs valeurs séparées. Mais la perte par frottement peut être déterminée avec une approximation suffisante d'après les dimensions des coussinets, les poids, l'attraction magnétique, la vitesse, la nature du graissage, etc. ; il suffit, par conséquent, de pouvoir séparer la perte due aux courants de Foucault. Il ne faut pas oublier, d'ailleurs, que la perte par frottement mécanique est en général très faible relativement aux autres pertes; une petite erreur dans son estimation ne fausse pas d'une façon sensible le chiffre relatif à l'hystérésis et n'a aucune influence sur la perte par courants de Foucault.

Pour la même excitation, les pertes par courants de Foucault croissent comme le carré de la vitesse, de sorte que l'équation suivante donne le nombre total de watts perdus dans l'armature

$$W = nH + n^2F$$

n étant la vitesse en tours par minute;

H et F des coefficients qui varient avec l'excitation mais sont indépendants de la vitesse.

Le coefficient H se rapporte à l'hystérésis et aux frottements, et le coefficient F aux courants de Foucault.

M. Mordey fut probablement le premier à faire

usage de cette équation pour déterminer et séparer les pertes dans l'armature, par la méthode suivante :

On fait tourner la machine au moyen d'un moteur électrique, par courroie, et l'on note ou bien la puissance électrique fournie à ce moteur, ou bien, à l'aide d'un dynamomètre de transmission, la puissance mécanique fournie pour produire la rotation de l'armature, avec ou sans excitation. Le dynamomètre étant préalablement étalonné, ou le rendement du moteur étant exactement connu dans ces diverses conditions, de même que la puissance absorbée par la courroie, la méthode permet de séparer, non seulement les courants de Foucault des pertes par frottements et hystérésis, mais encore la perte par frottement sans excitation, de la perte totale (frottement et hystérésis) lorsque l'armature tourne dans le champ.

En conservant l'excitation constante, M. Mordey fait varier la puissance fournie à l'armature et détermine ainsi une série de valeurs de W et n qu'il porte sur une courbe. En choisissant ensuite deux points de cette courbe, pas trop rapprochés l'un de l'autre, il en tire les valeurs de H et de F qui satisfont à la courbe en question, et qui, une fois déterminées, permettent de déduire séparément les pertes, à l'aide de l'équation ci-dessus.

Cette méthode est sujette à quelques critiques. Elle suppose d'abord la possession d'un bon dynamomètre, ou la connaissance exacte du rendement du moteur et des pertes dans la courroie, tous points sur lesquels il est facile de commettre des erreurs. En second lieu, l'emploi d'une seconde machine et d'une transmission conduisent à un supplément de travail et de dépense qu'il est désirable d'éviter. La nouvelle méthode n'exige pas une seconde machine, mais elle a le désavantage d'être seulement applicable aux armatures déjà enroulées, tandis que la méthode de M. Mordey s'applique aux armatures nues.

Cette méthode est également basée sur la formule précédente, mais la puissance W est fournie électriquement au lieu de l'être mécaniquement. En d'autres termes, la dynamo fonctionne comme moteur, et l'on note la vitesse et le courant, l'excitation restant constante. Comme contrôle, on fait également une lecture au moins de la force électromotrice aux balais, de préférence à la vitesse la plus élevée. Comme la dynamo est peu chargée, on peut négliger la réaction de l'armature, qui est très faible; en d'autres termes, on peut admettre que le champ reste constant à toutes les vitesses. Il faut se souvenir, toutefois, que ce n'est qu'une approximation, et que les courants de Foucault, s'ils sont très forts, produiront une distorsion du champ, indépendante de la petite distorsion produite par le courant. Dans les bonnes machines, naturellement, cet effet ne doit pas entrer en ligne de compte.

Supposons un flux constant de z lignes de force[1] (anglaises) et appelons τ le nombre de conducteurs extérieurs sur l'induit d'une machine bipolaire.

La force électromotrice aux balais est :

$$e = z\tau\, n . 10^{-6}$$

en négligeant la petite chute de potentiel qui provient de la résistance de l'armature.

La puissance fournie par le courant c est :

$$W = ec$$

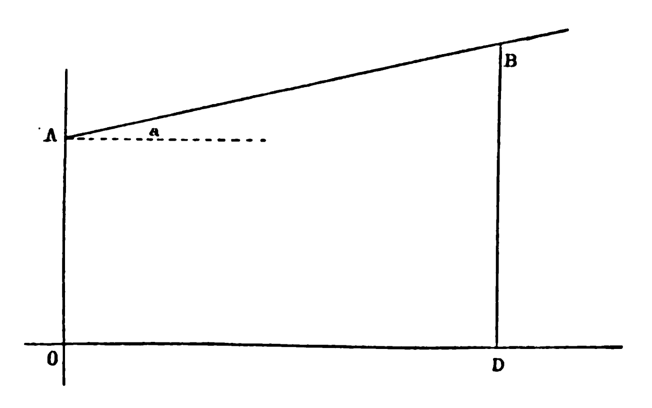
Donc $$cz\tau n . 10^{-6} = n\mathrm{H} + n^2\mathrm{F}$$

d'où $$cz\tau . 10^{-6} = \mathrm{H} + n\mathrm{F}$$

Si z et τ sont constants, le courant est égal à la somme d'une constante $\frac{\mathrm{H}}{z\tau . 10^{-6}}$ et d'un facteur proportionnel à la vitesse. La courbe qui représente le courant en fonction de la vitesse doit, par conséquent, être une ligne droite, comme le montre la figure ci-dessous, où les vitesses sont portées en abcisses, et les courants en ordonnées. La hauteur OA à laquelle cette droite coupe l'axe vertical indique le courant nécessaire pour vaincre les frottements et l'hystérésis. L'inclinaison de la droite mesure la constante relative aux courants de Foucault

$$tg.\, a = \frac{\mathrm{F}}{z\tau\ 10^{-6}}$$

Si $n = 0$, OA étant le courant initial, nous déduisons du diagramme la valeur du coefficient $\mathrm{H} = c_0 z\tau\ 10^{-6}$ et nous pouvons déterminer F en portant cette valeur dans la formule



$$\mathrm{F} = \frac{\mathrm{W} - n\mathrm{H}}{n^2}$$

où n et W sont les valeurs observées.

[1] Nous avons conservé le calcul sous la forme présentée par l'auteur, et sans changer les notations. On verra plus loin que les seuls facteurs à mesurer sont la vitesse, la force électromotrice et l'intensité, la valeur du flux pouvant rester inconnue.

En pratique, il n'est donc pas nécessaire de connaître le flux et l'enroulement de l'armature. Il faut seulement mesurer le courant et la vitesse pour déterminer la position de la droite AB, et faire une mesure exacte de la force électromotrice et du courant c = DB à une vitesse connue OD.

Le rapport $\frac{c_0}{c}$ donne la proportion entre la perte due à l'hystérésis et aux frottements, et la perte totale qui comprend les courants de Foucault; et puisque nous connaissons cette perte totale $W = ce$, il est facile d'en déduire les deux parties.

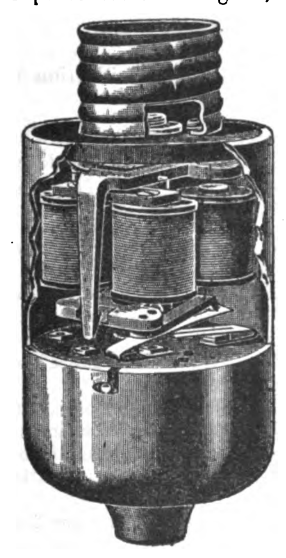
Si la ligne AB n'est pas droite, c'est une preuve que les courants de Foucault sont assez forts pour produire une distorsion du champ.

F. D.

Douille-commutateur automatique Rousseau

Il est souvent utile de pouvoir allumer ou éteindre une lampe à distance et tout dispositif permettant de le faire d'une façon simple serait sûr de trouver de nombreux emplois.

La figure ci-contre montre l'appareil imaginé à cet effet par M. D. Rousseau, de New-York. Comme on le voit, il comporte deux paires d'électro-aimants reliées chacune à un bouton. Dans la position représentée sur la figure, les contacts



formés de deux feuilles de cuivre, sont hors circuits. Dès qu'on appuie sur le bouton d'allumage, l'armature inférieure attirée se relève et le bras qui y est attaché vient presser les ressorts et fermer le circuit de la lampe qui s'allume aussitôt. L'armature ainsi relevée est maintenue dans sa position par une sorte de loquet solidaire de l'armature supérieure.

Pour éteindre la lampe, il suffit donc d'appuyer sur le second bouton; l'armature supérieure se trouve attirée et l'armature inférieure dégagée retombe et rompt le circuit. Le dispositif est des plus simples et peut être utilisé avec n'importe quelle lampe ; il permet de commander une lampe à une distance quelconque avec un simple fil auxiliaire très fin sans qu'il soit nécessaire de détourner le circuit de la lampe de son cours direct.

L. F.

(*Electrical Engıner de New-York.*)

Courants alternatifs obtenus par des appareils à influence électrostatiques

Par Nikola Tesla

Il y a environ dix-huit mois, lorsque j'étudiais les courants alternatifs à courte période,

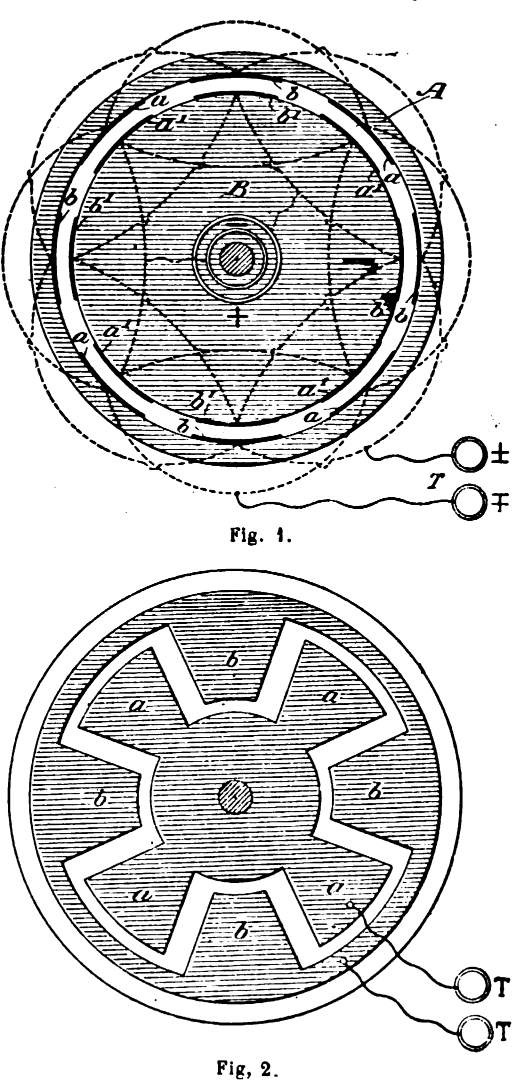


Fig. 1.

Fig. 2.

je m'aperçus qu'on pouvait obtenir des courants de ce genre en faisant tourner des surfaces

chargées électriquement très près d'autres surfaces conductrices, et j'imaginais diverses formes d'appareils expérimentaux propres à démontrer ce fait. Les figures ci-après représentent deux de ces appareils.

Dans la figure 1, A est un anneau en bois dur et sec verni à la gomme laque, portant à sa face interne deux séries de feuilles de papier d'étain, *a* et *b*, toutes les feuilles *a* et toutes les feuilles *b* étant respectivement reliées ensemble, mais indépendantes les unes des autres et communiquant à deux bornes T. Pour donner plus de clarté au dessin quelques feuilles seulement ont été représentées dans la figure. A l'intérieur de l'anneau A, et disposé de manière à pouvoir tourner très près de sa face interne, est un cylindre B, également en bois sec, dur et verni à la gomme laque, garni de même de deux séries de feuilles d'étain a' et b', toutes les feuilles a' étant reliées à un anneau marqué + et toutes les feuilles b' à un autre anneau marqué —. La face interne de l'anneau A est recouverte de mica afin d'augmenter l'effet d'influence et aussi d'obtenir des potentiels plus élevés.

Les deux séries de feuilles a' et b' ainsi disposées étant chargées au moyen d'une machine de Holtz ou de Wimshurst et les bornes T réunies par un conducteur, des courants alternatifs circulent dans ce dernier quand on tourne le cylindre B.

Le second appareil est représenté dans la figure 2. Dans celui-ci les deux séries de feuilles d'étain sont collées sur une plaque d'ébonite et une autre plaque semblable, chargée comme précédemment tourne à proximité de la première.

Ces appareils ont un rendement très faible, mais ils permettent d'observer quelques-uns des effets particuliers des courants alternatifs à courtes périodes. Ces effets, toutefois, ne peuvent être comparés à ceux que l'on obtient au moyen d'une bobine d'induction actionnée par une machine alternative à rapides alternances.

M. L.

BIBLIOGRAPHIE

Guide pratique de télégraphie sous-marine, par Auguste Bonel, chef du service du contrôle à la Société française des Télégraphes sous-marins.

In-8, 171 pages avec 79 figures dans le texte. Prix : 3 fr. 50 (*Paris, J. Michelet*).

Cet ouvrage, bien imprimé et dont les figures sont claires, est le résumé des leçons que l'auteur a été chargé de faire aux employés des câbles de la Société française des Télégraphes sous-marins.

Voici l'énumération des chapitres qu'il comprend : I. *Des câbles.* — II. *De l'électricité.* — III. *Définitions et lois électriques.* — IV. *Appareils accessoires.* — V. *Morse à double courant Siemens.* — VI. *Appareils divers.* — VII. *Appareil à miroir.* — VIII. *Siphon recorder.* — IX. *Instruments pour expériences.* — X. *Mesures électriques.* — A ces chapitres viennent s'ajouter deux appendices consistant en une table pour calculer la résistance du cuivre à différentes températures et une description de montages en duplex.

Bien que ce travail soit un résumé, il nous a paru un peu succinct dans quelques-unes de ses parties. Il n'en est pas moins recommandable, notamment sous ce rapport qu'il donne la description d'appareils peu ou pas connus et particulièrement celle du *siphon recorder* qui, jusqu'ici, n'avait été décrit complètement dans aucun ouvrage pratique français.

Pantobiblion. Revue bibliographique internationale des sciences polytechniques. Rédigée par A. Kercha, ingénieur. — Première livraison.

Brochure de 287 pages (Rédaction à St-Pétersbourg, Fontanka, 64).

Douze livraisons par an. — Prix d'abonnement par an : Russie, 25 fr. Union postale, 30 fr. — On s'abonne à Paris, chez *H. Welter, rue Bonaparte*, 59.

Le but de cette publication est de donner aux techniciens de toutes les spécialités et de tous les pays de langues européennes le moyen de suivre facilement les actualités et d'être toujours au courant du mouvement scientifique et technique.

Il paraîtra douze livraisons par année. Celle que nous avons sous les yeux comprend :

I. Un bulletin bibliographique embrassant toutes les branches de la polytechnie et les sciences exactes qui s'y rattachent, contenant le catalogue de tous les livres nouveaux publiés dans les principales langues modernes ;

II. Une série d'articles critiques sur les principaux ouvrages scientifiques rédigés dans la même langue que ces ouvrages ;

III. Un résumé des sommaires des principaux journaux scientifiques et techniques.

Le rédacteur du *Pantobiblion* se propose d'ajouter ultérieurement à son travail :

IV. Une revue critique des principaux articles des journaux scientifiques ;

V. Les faits divers de la polytechnie.

C'est là un programme extrêmement vaste. Dans la livraison que nous avons parcourue, il paraît être très bien exécuté. Les publications scientifiques de quatorze langues différentes y sont énumérées et analysées. L'entreprise est évidemment digne d'attirer l'attention

autant pour l'audace dont fait preuve le rédacteur en assumant une aussi lourde tâche, que pour l'utilité universelle de cette œuvre considérable.

Manuel pratique de l'installation de la lumière électrique. Stations centrales, par J.-P. Anney.

In-16, II-244 pages, avec 99 figures dans le texte et 10 planches. Prix : 7 fr. (*Paris, Bernard Tignol*).

Nous avons parlé en son temps de la première partie de ce manuel dans la *Revue internationale de l'Électricité*[1] et nous avons dit ce qui le caractérisait : absence complète de descriptions d'appareils et de théorie.

Le premier volume traitait du montage des installations privées ; le second, dont nous nous occupons aujourd'hui, est consacré aux stations centrales. Il est divisé en deux parties.

La première donne la description de tous les genres de distribution ayant reçu des applications industrielles. Elle contient de nombreux renseignements sur le groupage et l'installation des machines, l'étude et le calcul des réseaux, l'agencement des tableaux de distribution, etc...

Dans la deuxième partie sont indiquées les meilleures conditions d'établissement des distributions d'électricité des stations centrales, des canalisations et des installations intérieures chez les abonnés.

Cet ouvrage est donc surtout un résumé des applications faites à Paris et que l'auteur a examinées et étudiées sur place. Il n'a point, comme beaucoup d'autres livres du même genre, l'inconvénient d'être une réédition de renseignements déjà publiés ailleurs et peut, par suite, rendre des services aux personnes qui s'intéressent à ces questions.

Ajoutons que les figures et particulièrement les planches coloriées sont d'une belle exécution qui rehausse encore l'intérêt du texte.

[1] Voir *Revue intern. de l'Electricité*, tome XI, p. 325.

" The Electrician " primers. Being a series of helpful primers on electrical subjects. For the use of students and general readers. [Recueil de descriptions ou leçons élémentaires à l'usage des étudiants en électricité et des lecteurs en général].

Deux volumes in-8°. — 1er volume : Théorie. — 2e volume : Pratique.

Prix de chaque volume : 2 shillings, franco par poste : 2 shillings 2 deniers (*Londres, " The Electrician " printing and publishing C°*).

L'objet de cet ouvrage est de donner, brièvement et simplement, un tableau de l'état présent des connaissances en électricité. Le premier volume, consacré plus spécialement à la théorie, contient 20 " primers " ou leçons ; le second, qui s'occupe des applications, comprend 18 " primers ".

Chaque " primer ", succinct mais complet en lui-même, traite une question spéciale ou une application particulière. La discussion théorique y est, autant que possible, évitée et les principaux phénomènes y sont présentés et démontrés en les rapportant aux usages auxquels ils sont appliqués.

Les deux volumes forment environ 250 pages, mais chaque chapitre a une pagination indépendante. C'est un petit défaut voulu, qui n'a pas trop d'inconvénient, car on peut toujours recourir à la table. Les figures nombreuses et bien faites sont parfaitement appropriées au texte, qui est lui-même d'une grande clarté comme rédaction et comme impression.

Pour les lecteurs qui n'ont que peu de notions en électricité, ces deux volumes seront particulièrement utiles et agréables à étudier.

CHRONIQUE

Singulier coup de foudre. — La publication médicale *The Lancet* rapporte les effets singuliers d'un coup de foudre qui atteignit un homme conduisant une faneuse : le cheval placé en tête de l'attelage fut tué sur le coup, mais le conducteur atteint par le fluide resta sur son siège la tête penchée en avant. Le Dr Palmer, appelé sur-le-champ, constata cent pulsations du pouls et quarante mouvements respiratoires, à la minute : les pupilles étaient dilatées, le regard vague et fixe, la conjonctive insensible au toucher et les muscles rigides. Il fit au patient des injections hypodermiques de brandy et d'ammoniaque et le frictionna vigoureusement. Après une demi-heure de soins, la victime sembla reprendre ses sens et, reconduite à son domicile, passa une nuit agitée ; ce n'est que le lendemain que la connaissance revint.

Le Dr Palmer constata à la région occipitale une entaille mettant l'os à nu et s'étendant jusqu'au nez ; sur le flanc droit une brûlure de 17 centimètres sur 20 et une ampoule à la partie supérieure de l'avant-bras, un peu au-dessous du coude.

L'absence de mémoire, une prostration générale, des bruits imaginaires et des douleurs dans les lombes se manifestèrent pendant plusieurs semaines et ce n'est qu'après deux mois et demi que la victime put quitter son lit et deux mois s'écoulèrent encore avant qu'elle eut les forces nécessaires pour sortir. Les facultés intellectuelles restent fortement atteintes et la victime n'a pas encore recouvré complètement l'usage de la mémoire.

La Téléphonie en France. — Le ministre du commerce et de l'industrie vient d'approuver deux conventions ayant pour objet :

1° L'établissement d'une ligne téléphonique destinée à relier Toul à Nancy ;

2° L'établissement d'une ligne téléphonique destinée à relier Garches à Saint-Cloud.

La direction générale des postes et des télégraphes a mis en service le circuit téléphonique Paris-Rouen-Trouville.

Consommation de la gutta-percha en France. — L'importation de la gutta-percha en France va en croissant ; elle a été de :

En 1888	2 247 890 kilog.
En 1889	2 285 499 —
En 1890	2 832 103 —

L'éclairage électrique de la ville de Cambrai. — La Compagnie du Gaz de Cambrai a refusé la préférence qui lui était accordée par son traité d'organiser la distribution de l'électricité dans la ville. La municipalité en a donné la concession à M. Ernest Lamy.

L'usine est située derrière l'Hôtel de Ville, dans un terrain vendu par la ville à M. Lamy : elle mesure 265 mètres carrés. Les chaudières, du type multitubulaire, mesurent 150 mètres carrés de surface de chauffe ; elles sont placées dans le sous-sol. Au rez-de-chaussée se trouvent deux machines à vapeur de 200 chevaux et les dynamos ; les premières sont compound et du type pilon et commandent chacune, par accouplement Raffard, deux dynamos Thury de 500 ampères, 125 volts ; l'usine est prévue pour six groupes semblables. Au premier étage, dans une salle largement ventilée se trouve une batterie de 110 accumulateurs de 100 kilogrammes chacun, renfermés dans des vases en grès.

La canalisation est entièrement aérienne et la distribution se fait par le système dit à trois fils. Cinq feeders rayonnent tout autour de l'usine et sont supportés par des consoles fixées sur la toiture des maisons. Sur le groupe le plus important, les deux gros câbles ont 150 millimètres carrés de section, et le troisième 75 millimètres carrés seulement.

L'énergie électrique est fournie suivant deux tarifs : l'un à forfait pour des lampes brûlant soit jusqu'à dix heures ou minuit et demi, et le second à l'hectowatt-heure. C'est ce dernier mode qui est le plus répandu. Le tarif est le suivant :

1 fr. le kilowatt-heure pour les 500 premiers kilowatt-heures;

0,80 le kilowatt-heure pour les 500 suivants ;

0,75 — pour les 1 000 suivants;

0,70 — au-dessus de 2000 kilowatt-heures.

Actuellement 3 000 lampes sont en service. La population cambraisienne renferme de nombreuses et grandes fortunes et elle a voulu faire un large emploi de lumière électrique : les lampes à incandescence doivent remplacer tout autre éclairage et elles éclairent toutes les pièces des maisons, depuis la cave jusqu'au grenier.

Comme établissements municipaux élairés par la station centrale, citons : le Théâtre (3 500 lampes), l'église Saint-Géry (60 lampes) et la Bibliothèque.

Les capitaux nécessaires à l'exploitation de cette concession ont été fournis par la population cambraisienne avec un enthousiasme qui mérite une réussite complète.

Éclairage électrique de Libourne. — La Société l'*Éclairage Électrique* vient d'être chargée de l'éclairage de la ville de Libourne.

Cette installation, qui est appelée à prendre un développement important, comporte pour l'instant 600 à 700 lampes à incandescence, alimentées par trois machines Rechniewski de 14 000 watts, dont l'une est destinée à charger, le jour, une batterie d'accumulateurs et à servir, le soir, de rechange aux deux autres.

Deux machines à vapeur compound, de 40 chevaux chacune et faisant 150 tours, actionnent les dynamos.

L'usine est située assez loin du centre de la ville, dans la presqu'île de Fronsac : l'éclairage se trouve réparti en deux groupes bien distincts, ayant chacun leur ligne et leur dynamo spéciale ; ces deux centres d'alimentation, dont l'un est à 1 kilomètre de la station, sont maintenus au potentiel constant de 110 volts au moyen d'une manœuvre très simple du rhéostat d'excitation des machines.

Dans la ville même, une distribution en boucle à section décroissante a permis de n'avoir entre les groupes de lampes les plus éloignés les uns des autres qu'une différence de potentiel pratiquement négligeable.

La canalisation est aérienne : les câbles, au sortir de l'usine, traversent l'île qui a 100 mètres de large à cet endroit; il a fallu pour laisser libre passage aux bateaux mâtés les plus élevés monter deux piloris en fer de 30 mètres de hauteur; un fort câble d'acier supporte en leur milieu les conducteurs et a permis de réduire la flèche au minimum.

Cette installation qui fonctionne depuis plusieurs mois a donné les résultats les plus satisfaisants.

Le télégraphe électrique en 1787. — Dans les voyages en France en 1787, d'Arthur Young (édition d'Edvard Betham, — Belland sons), on lit à la page 95 : « Dans la soirée, j'ai été chez M. Lomond... Il a fait une remarquable découverte en électricité. Vous écrivez deux ou trois mots sur un papier, qu'il emporte avec lui dans une chambre voisine ; il met en mouvement une machine enfermée dans une boîte cylindrique,

surmontée d'un électromètre, une légère balle de moelle de sureau.

Un fil réunit cet appareil à un autre semblable, placé dans une chambre éloignée ; sa femme, qui s'y trouve, interprète les mouvements de la balle, reconnaît les mots qu'elle indique et les écrit de son côté ; l'inventeur a donc formé un alphabet de ces mouvements. Comme la longueur du fil ne change rien aux indications de l'instrument, on peut, par ce moyen, correspondre à n'importe quelle distance. »

Décision judiciaire relative aux accumulateurs (procès Brush) aux Etats-Unis. — Le procès entre M. Brush et « The Electrical accumulator Company » vient de se terminer par une décision du juge Coxe en faveur de M. Brush. Cette décision établit en fait pour ce dernier et ses ayant-cause le monopole aux Etats-Unis des accumulateurs au plomb. La Compagnie Julien, la seule qui possède une licence des brevets Brush, se trouve donc maîtresse de la situation.

Tarifs des brevets d'invention dans divers pays. — Actuellement les droits sur les brevets sont réglés par la proportion suivante : chaque année de jouissance donne lieu à une perception de 10,50 fr aux Etats-Unis, pendant dix-sept ans; de 100 francs en France, en Belgique et en Italie, pendant quinze ans ; de 110 francs en Belgique et en Espagne, pendant vingt ans ; de 137,50 fr en Russie pour dix ans, et en Angleterre de 225 francs pour quatorze ans. Le mode de perception est aussi variable que le taux et la durée.

L'Angleterre ne prend que 100 francs pour la protection pendant quatre années ; les Etats-Unis exigent le paiement immédiat de la somme totale; la France et l'Italie imposent un paiement annuel de 100 francs ; quant à la Belgique et à l'Espagne elles ont une échelle progressive commençant par un paiement de 10 francs. C'est à partir de 1883 que la durée de la protection provisoire anglaise a été étendue à quatre années.

En 1883 les recettes brutes sont tombées à 2 200 000 francs, mais elles se sont progressivement relevées et le mouvement ascendant ne paraît point à la veille de s'arrêter. En effet, le chancelier de l'Echiquier porte dans ses prévisions budgétaires l'excédent des recettes pour 1891 à 2 762 500 francs.

Emploi de l'électricité pour le recuit de l'acier. — Depuis plus de deux ans, le courant électrique est utilisé à la manufacture d'armes de Saint-Etienne, pour le recuit du fil d'acier servant à la confection des ressorts du fusil modèle 1886. Ces ressorts sont formés de fil d'acier de 0,7 millimètre coupés par longueurs de 3,20 m. Une fois le fil enroulé en ressort à boudin on le fait traverser par un courant de 45 volts et 23 ampères qui le porte rapidement à une température élevée. Quand on juge atteinte la température convenable on interrompt le courant et on laisse tomber le ressort dans une bâche d'eau. Le recuit s'effectue d'une façon analogue. Un ouvrier met 2 à 3 minutes pour recuire 20 ressorts et peut en faire 2 400 par jour.

Le recuit par l'électricité paraît, grâce à sa propreté et à son prix de revient très faible, susceptible de nombreuses applications analogues.

BREVETS D'INVENTION

Du 19 au 24 avril 1891

210761 **Mott.** — Perfectionnements dans les appareils électriques pour indiquer les résultats des courses, jeux et autres (13 janvier 1891).

210763 **Hammer.** — Système perfectionné d'horloges électriques (13 janvier 1891).

210810 **Brookes.** — Perfectionnements dans la transmission de signaux, indications ou communications pour les besoins de la police et autres services dans les villes, etc., ainsi que dans les moyens ou appareils employés dans ce but (15 janvier 1891).

210815 **Bertrand.** — Perfectionnements aux accumulateurs d'électricité (16 janvier 1891).

210828 **Lagrange et Hoho.** — Procédé permettant de localiser la chaleur produite par un courant électrique, afin de favoriser, en un endroit donné, les actions chimiques, physiques ou mécaniques (16 janvier 1891).

210839 **Weston.** — Perfectionnements dans les compteurs électriques (17 janvier 1891).

210867 **Boiron et Cozette.** — Genre de moteur électrique (19 janvier 1891).

210881 **De Casagrande.** — Appareils galvano-électriques (22 janvier 1891).

210889 **Van Houten.** — Système de télégraphe (20 janvier 1891).

210896 **Archereau et Ducretet.** — Nouveau système d'électrométallurgie industrielle (20 janvier 1891).

210900 **Gardiner.** — Perfectionnements dans les appareils magnéto-électriques thérapeutiques (20 janvier 1891).

210903 **Ferraris.** — Roue dynamo-magnétique pour le triage des minerais par voie électrique (20 janvier 1891).

210910 **Legrand.** — Enrobage en cuir des fils de

cuivre servant au transport de l'électricité ou à tous autres usages (20 janvier 1891).

210912 **Wiley, Dickey et Ainsworth.** — Perfectionnements dans les signaux électriques pour chemins de fer (20 janvier 1891).

Du 28 avril au 2 mai 1891

210925 **Scherrin.** — Perfectionnements dans les moteurs électriques et les dynamos (21 janvier 1891).

210926 **Paiste.** — Commutateur d'éclairage électrique (21 janvier 1891).

210939 **D'Arsonval.** — Régulateurs électriques de vitesse (22 janvier 1891).

210941 **Sims.** — Perfectionnements dans les torpilles lancées et dirigées par l'électricité (22 janvier 1891).

210972 **Pasquet.** — Perfectionnements dans les microphones (23 janvier 1891).

211000 **Société dite Berliner Maschinenbau-Actiengesellschaft, vorm. L. Schwartz Kopff.** — Procédé pour l'obtention de dépôts de zinc par la voie électrolytique (26 janvier 1891).

211020 **Zipernowsky.** — Montage élastique du moteur sur les véhicules des chemins de fer électriques (27 janvier 1891).

211085 **Aubarbier** — Compteur de lumière électrique (4 février 1891).

211086 **Schlepitzka.** — Machine à souder activée par l'électricité (31 janvier 1891).

211090 **Société Château père et fils.** — Nouveau compteur d'électricité (31 janvier 1891).

211099 **Reckenzaun.** — Perfectionnements dans les compteurs électriques (31 janvier 1891).

211108 **Société Justin Landry et G. Beynoux.** — Nouvel accumulateur basé sur l'emploi de métaux divisés mécaniquement, principalement le plomb, les alliages et amalgames (2 février 1891).

Du 3 au 9 mai 1891

211122 **Mercadier.** — Biléléphone à audition perfectionnée, léger et maintenu automatiquement contre les oreilles (2 février 1891).

211141 **Burrell.** — Perfectionnements dans les signaux électriques (3 février 1891).

211144 **Devriès.** — Allumage électrique des lampes à hydrocarbures (3 février 1891).

211154 **Société Sautter, Harlé et Cie.** — Perfectionnements dans les appareils photoélectriques à poste fixe pour les forteresses et la défense des côtes (3 février 1891).

211161 **Société Writing Telegraph Company.** — Perfectionnements apportés aux télégraphes, autographes et aiguilles automatiques pour ces derniers (3 février 1891).

211171 **De Méritens.** — Nouveau système de métallurgie du zinc par l'électricité (4 février 1891).

211177 **Moseley.** — Perfectionnements aux zincs pour piles (4 février 1891).

211231 **Hazeltine.** — Méthode et appareils pour prolonger la durée des charbons dans les lampes électriques à arc (7 février 1891).

211234 **Lavollay et Mittau.** — Nouvelle lampe à arc électrique (7 février 1891).

211239 **De Meyer.** — Batterie électro-médicale portative (7 février 1891).

211273 **Bryan.** — Appareil servant à couper automatiquement des circuits électriques au moment où leur intensité dépasse certaines limites (9 février 1891).

Du 10 au 16 mai 1891

211286 **Luyers.** — Nouveau frein continu à air comprimé, automatique, à action instantanée et simultanée transmise par l'électricité ou par l'air comprimé, seul frein applicable aux trains de marchandises, l'action variant selon le poids variable (10 février 1891).

211304 **De Changy (les sieurs).** — Procédés et appareil pour la séparation électrolytique directe de l'étain, des rognures de fer-blanc et autres déchets analogues (10 février 1891).

211326 **Finot.** — Nouvelle méthode d'électrolyse (11 février 1891).

211339 **Dierman.** — Perfectionnements au circuit magnétique des dynamos (11 février 1891).

211362 **Société Siemens et Halske.** — Indicateur électrique d'inaccessibilité de voie (12 février 1891).

211368 **Richardson.** — Perfectionnements dans les appareils à l'usage de l'électrolyse (12 février 1891).

211369 **Richardson.** — Perfectionnements dans le mode de production, par électrolyse, de la soude caustique, de la potasse caustique et d'autres produits, à l'aide de leurs sels (12 février 1891).

CERTIFICATS D'ADDITION

Du 19 au 25 avril 1891

179824 **Société anonyme l'Incandescence électrique.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 23 novembre 1886, par le sieur Pauthonier, et dont ladite Société est cessionnaire, pour un procédé de réparation des lampes électriques à incandescence (rapprochement et soudure du filament de charbon) et perfectionnement de ces lampes (9 janvier 1891).

206416 **Le Blon.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 17 juin 1890, pour un système de lampe à arc (14 janvier 1891).

Du 28 avril au 2 mai 1891

209640 **Picard.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 19 nov. 1890, pour système de télégraphie et téléphonie simultanées sans antiinducteurs (20 janvier 1891).

205975 **Gravier.** — Cert. d'add. au brevet pris le 29 mai 1890 pour nouvelle machine dynamo-électrique (21 janvier 1891).

199035 **Société générale des Téléphones (Réseaux téléphoniques et Constructions électriques).** — Cert. d'add. au brevet pris, le 18 juin 1889, pour un commutateur multiple, *système Berthon et Ducousso* (21 janvier 1890).

191972 **Hérardin.** — Cert. d'add au brevet pris, le 23 juillet 1888, pour système de jonction de câbles et fils électriques pour éclairage, transport de la force, etc. (23 janvier 1891).

Du 3 au 9 mai 1891

209859 **Société anonyme des anciens établissements Cail.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 28 novembre 1890, pour perfectionnements aux machines dynamo-électriques (2 février 1891).

203520 **Leroy.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 3 février 1890, pour pile à écoulement continu et variable (3 février 1891).

Du 10 au 16 mai 1891

195926 **De Baillehache.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 7 février 1889, pour des perfectionnements dans les appareils de signalement électrique des trains de chemin de fer (7 février 1891).

L'Editeur-Gérant: Georges CARRÉ.

Tours imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

2e Série. — Tome II. N° 35 29 Aout 1891.

L'ÉLECTRICIEN
REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LES APPAREILS TÉLÉPHONIQUES ADMIS EN FRANCE SUR LES RÉSEAUX URBAINS

POSTE MICROTÉLÉPHONIQUE DEJONGH

Récepteur. — L'organe magnétique de ce récepteur est un barreau aimanté de 9 millimètres d'épaisseur, recourbé en cercle et fixé par deux vis sur le fond d'un boîtier métallique. La forme de l'aimant ainsi contourné est celle d'un anneau ouvert dont les pôles se trouvent sur les bords du secteur laissé vide. A l'un de ces pôles (fig. 1 et 2) est vissée une pièce polaire *a* aboutissant au centre de l'anneau ; c'est cette pièce polaire qui supporte le noyau de fer doux et la bobine B. Le fil qui entoure cette bobine a une résistance de 100 ohms ; ses extrémités, soigneusement isolées par des tubes de caoutchouc, sont réunies aux deux cordons conducteurs souples qui servent à relier le récepteur au transmetteur. La plaque vibrante, en tôle vernie, repose sur les bords du boitier et est assujettie par un couvercle qui porte l'embouchure en ébonite.

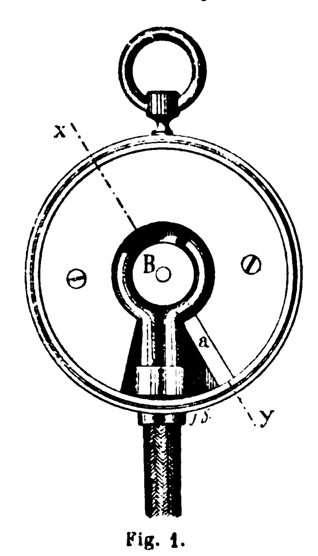


Fig. 1.

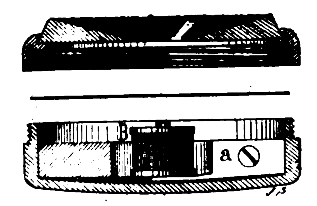
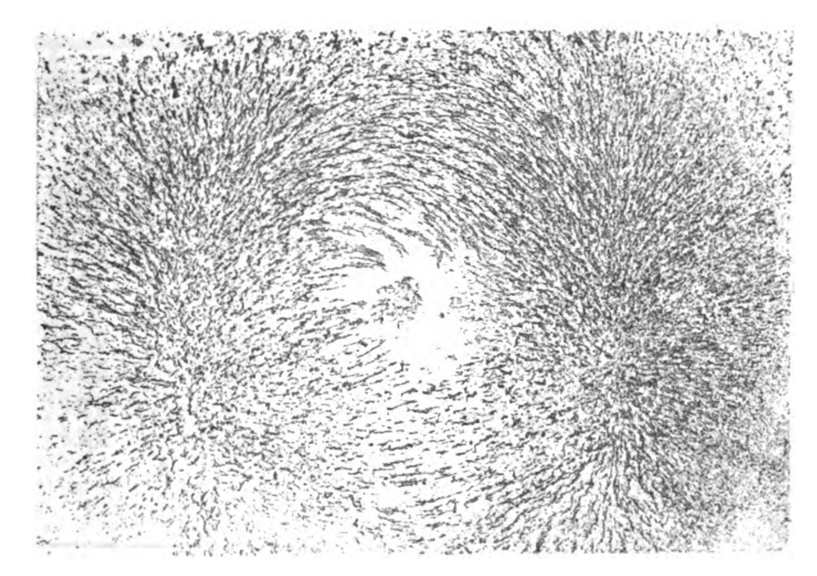


Fig. 2.

La figure 3 montre le fantôme magnétique de ce récepteur.


Fig. 3.

Transmetteur. — Il existe deux modèles de transmetteur Dejongh qui ne diffèrent

*

pas sensiblement sous le rapport du mécanisme. L'un (fig. 4) est une applique murale, l'autre (fig. 5) un appareil portatif. Chacun d'eux se compose d'un microphone, d'une

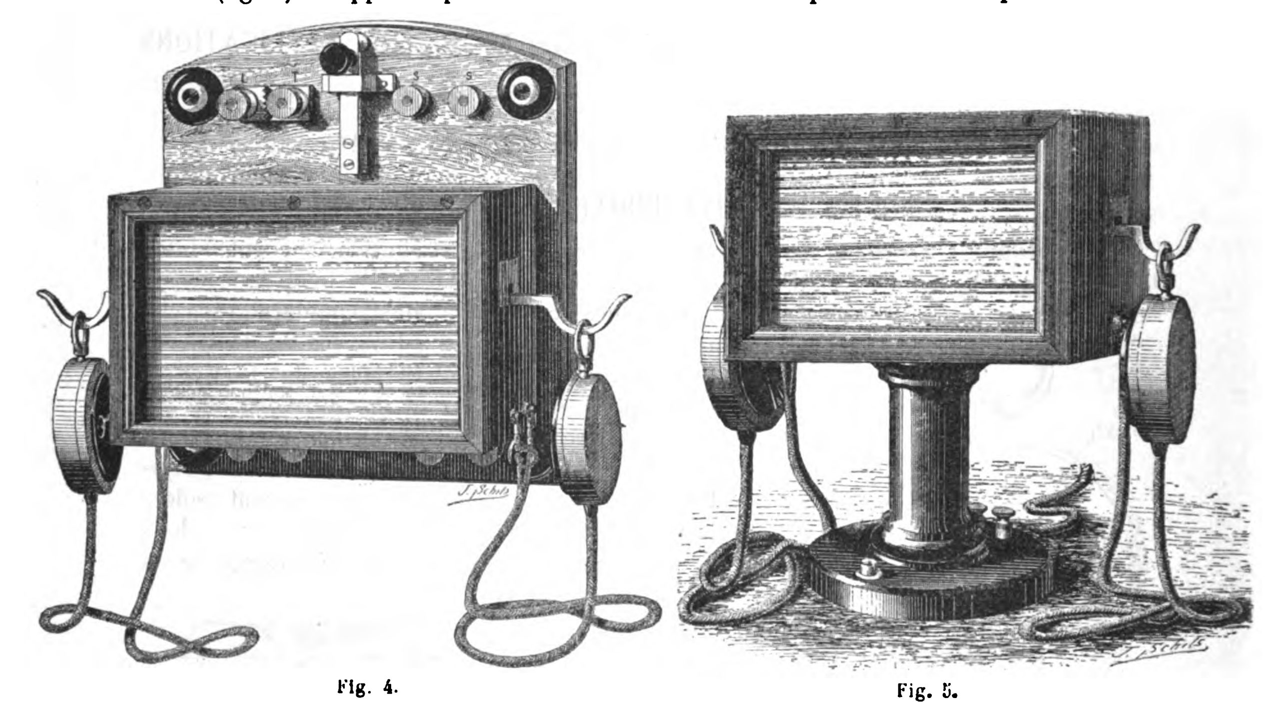
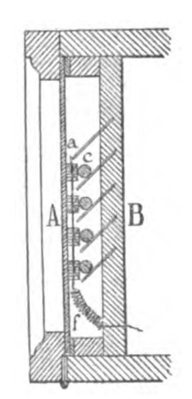


Fig. 4. Fig. 5.

bobine d'induction, d'un levier commutateur, d'un paratonnerre à peigne, d'une clé et d'un bouton d'appel.

La planchette microphonique (fig. 6, A), en sapin, porte deux rangées de blocs de charbon *a*,*a*..., *b*,*b*..., régulièrement espacés. Les charbons de chaque rangée sont liés ensemble par un fil de cuivre *ff'*, qui entoure chacun d'eux.

En arrière de la planchette microphonique et dans un plan parallèle, une autre planchette B porte deux séries de petits clous, inclinés à 45 degré et formant une sorte de râtelier dans lequel sont logés quatre crayons de charbon *cc*... La coupe, à gauche de la figure, fait voir de quelle façon les crayons reposent sur les blocs *a*,*a*..., *b*,*b*..., lorsque ces deux planchettes sont mises en place; on voit que, tout en restant emprisonnés entre les clous qui les soutiennent, ils sont absolument indé-



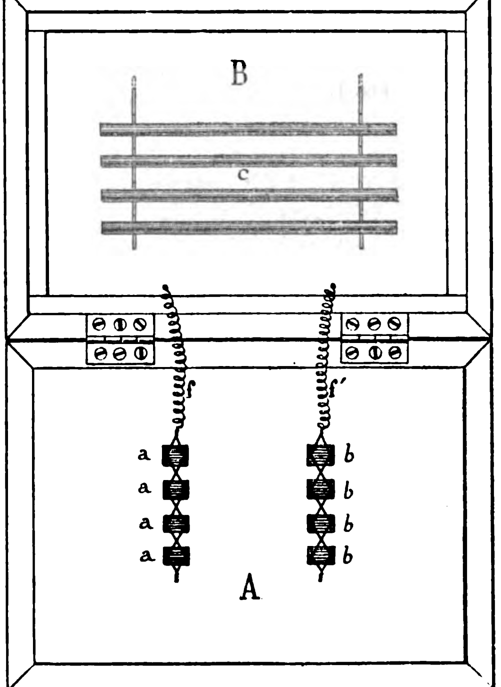


Fig. 6.

pendants et extrêmement mobiles. Les deux enroulement de la bobine d'induction ont respectivement des résistances de 0,2 ohm et 150 ohms.

La figure 7 montre la disposition du circuit d'appel dans le transmetteur mural. On en déduira aisément les cônnexions du circuit de réception.

Les communications sont faciles à suivre. On voit que le levier commutateur C réunit la ligne au ressort *a* ou bien au ressort *b* suivant qu'il est abaissé ou relevé. Dans le premier cas, le circuit d'appel est fermé. Dans le second cas la ligne est en communication avec les récepteurs, mais, en même temps, les ressorts *c* et *d* viennent s'appliquer sur la pièce métallique *e* qui les réunit et qui d'ailleurs est isolée par un morceau d'ébonite et n'a aucune communication électrique avec le reste du levier C. Par l'intermédiaire de cette pièce, le circuit microphonique est fermé.

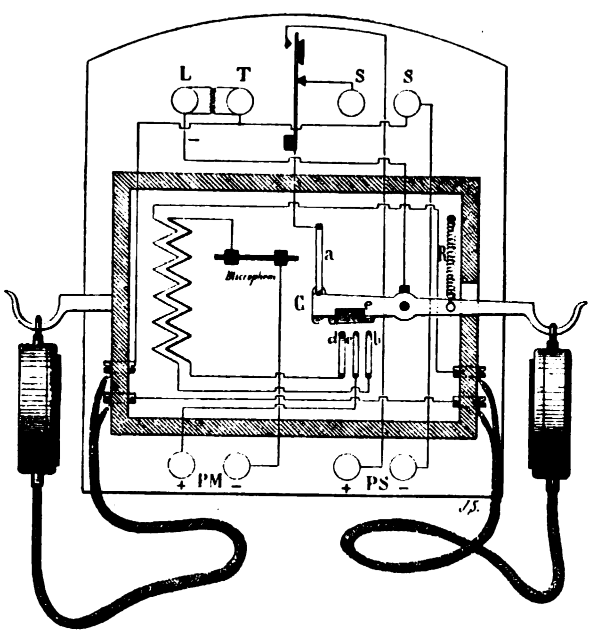


Fig. 7.

Dans la figure 8 nous avons représenté le circuit de réception d'un transmetteur Dejongh à pied. Pour mieux faire voir le jeu des ressorts et du levier, la face latérale de l'instrument a été rabattue sur la droite du dessin ; le socle est vu en-dessous.

Le crochet-commutateur est un levier coudé AB pivotant autour d'un axe C. En avant de cet axe il porte un prisme triangulaire D sur lequel reposent les ressorts *b*, *c*, *d*; les ressorts *c*, *d*, sont réunis par une pièce métallique isolée du reste du système et ferment le circuit du microphone. Lorsque le crochet B est abaissé, le prisme D abandonne les ressorts *b*, *c*, *d* rencontre le ressort *a* et ferme le circuit d'appel. On voit que, sous une autre forme, c'est bien la disposition du transmetteur mural qui est reproduite ici.

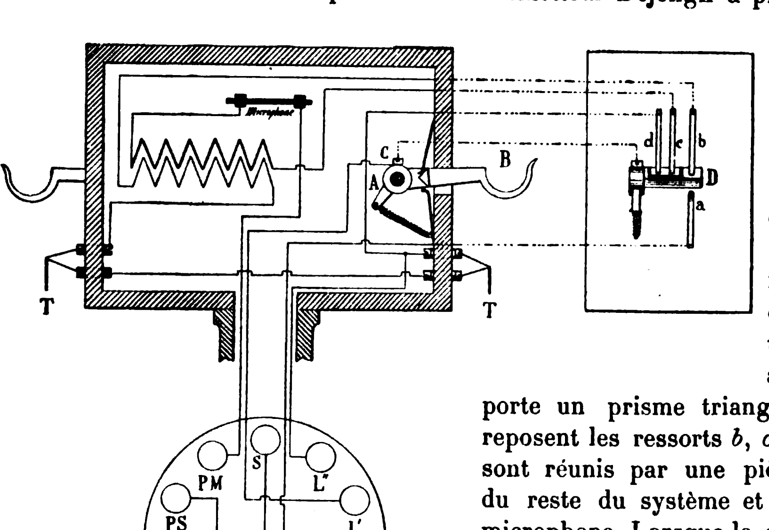
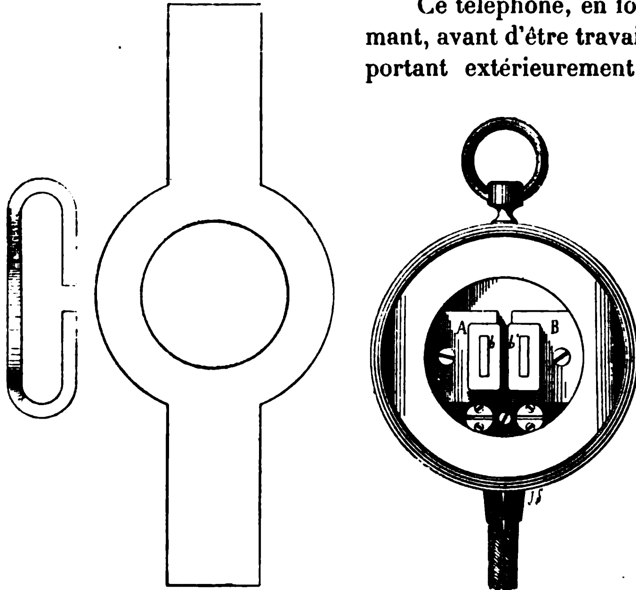


Fig. 8.

Récepteur Dumoulin-Froment et Doignon. — La maison Dumoulin-Froment et

Doignon a mis récemment en vente un nouveau récepteur qui s'adapte aux transmetteurs Dejongh des deux types.

Ce téléphone, en forme de montre, est bipolaire. L'aimant, avant d'être travaillé, a la forme d'un anneau fermé portant extérieurement, sur un même diamètre, deux oreilles (fig. 9) ; avant la trempe, les oreilles sont recourbées deux fois à angle droit, de sorte que le système magnétique, vu en coupe, a la forme indiquée par la figure 11. Sur les extrémités des oreilles AB qui garnissent le fond d'un boîtier en laiton nickelé, se



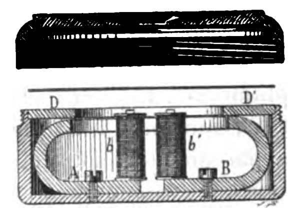


Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11.

vissent deux noyaux en fer doux; chacun d'eux supporte une bobine rectangulaire *bb'* dont la résistance est de 50 ohms ; la résistance totale des deux bobines montées en

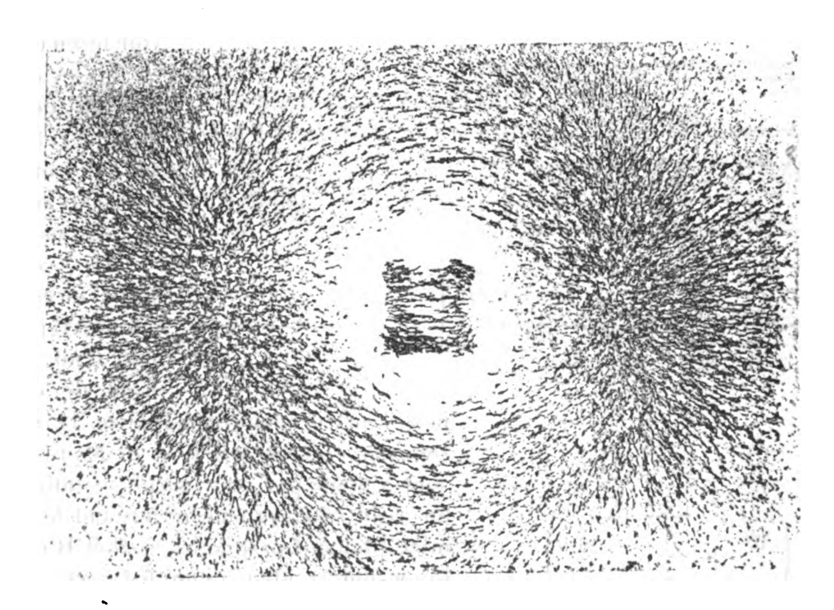


Fig. 12.

série est, par conséquent, de 100 ohms. Les extrémités du fil fin sont solidement reliées à un double cordon souple.

Un anneau en laiton, ou mieux en fer doux, de 2 millimètres d'épaisseur est inter-

posé entre la partie annulaire de l'aimant et la plaque vibrante ; le tout est emprisonné sous un couvercle métallique dans lequel est enchâssée l'embouchure en ébonite.

La figure 10 est un plan de l'organe magnétique dont le fantôme est représenté par la figure 12.

L. MONTILLOT.

TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE SIMULTANÉES

SYSTÈME PIERRE PICARD

Si jamais conception, après la téléphonie elle-même, dût sembler utopique, ce fut bien celle de la télégraphie et de la téléphonie simultanées. La possibilité de sa réalisation devait paraître d'autant plus invraisemblable que l'idée surgissait au moment où la téléphonie commençait à peine à se dégager des incertitudes de ses débuts et qu'on se trouvait en présence des difficultés de son application aux grandes distances. Aussi l'étonnement fut-il grand quand, en février 1882, M. Van Rysselberghe prit ses brevets et quand, peu après, il réalisa ce qu'il avait annoncé.

Nous n'examinerons point le système, d'ailleurs universellement connu, du célèbre inventeur belge ; nous voulons seulement constater qu'àprès lui et maintes fois depuis des procédés plus ou moins rationnels, ayant plus ou moins de rapports avec le sien, ont été proposés. Un certain nombre de systèmes ont même été essayés sans succès pratique.

Ces systèmes étaient, en général, caractérisés par l'emploi d'organes multiples ou compliqués. Sans prétendre d'une manière absolue que la perfection est toujours ce qu'il y a de plus simple, il nous est bien permis de déclarer que nous ne sommes point enclin à donner nos préférences à la complication et que la simplicité est pour nous pleine d'attraits, surtout quand elle donne des résultats indiscutables qui la font immédiatement accepter.

Tel est le cas pour le système de M. Pierre Picard, breveté à Paris le 20 janvier 1891, sous le n° 197 734.

Dans ce système, l'inventeur fait usage d'un appareil qu'il a nommé *transformateur différentiel* et qui n'est autre chose qu'une bobine d'induction de forme cylindrique, à quatre fils de dimensions et de résistances égales, parallèles et enroulés ensemble sur un noyau en fil de fer doux.

Cette bobine est montée sur un socle en bois portant à chaque extrémité quatre bornes destinées à relier les quatre fils deux à deux ainsi qu'aux conducteurs extérieurs et au circuit local, suivant le mode indiqué schématiquement ci-dessous.

La figure 1 est le diagramme de l'installation la plus simple.

Deux quelconques des fils du transformateur différentiel, *a* et *b* par exemple, sont reliés entre eux par leurs extrémités opposées; à chacune des autres extrémités vient s'attacher l'un des deux conducteurs de la ligne ; ceux-ci se trouvent ainsi bouclés pour constituer le circuit téléphonique de ligne et ils sont en même temps associés en quantité pour servir de ligne télégraphique. Les deux autres fils *c* et *d* du transformateur sont également réunis l'un à l'autre par leurs extrémités opposées et font partie du circuit local d'une installation téléphonique ordinaire.

Les quatre fils du transformateur différentiel concourent donc à former trois circuits seulement ; *a* et *b* sont communs au circuit télégraphique et au circuit téléphonique de ligne ; *c* et *d* sont compris dans le circuit téléphonique local.

Cette disposition a une importance pratique capitale. Les parties des circuits téléphoniques de ligne et local comprises dans le transformateur devaient avoir le même nombre

de tours poùr que les actions inductrices réciproques fussent égales et que le fonctionnement régulier du système fût assuré; d'autre part une symétrie parfaite était désirable pour faciliter la construction et l'installation. L'inventeur a réalisé ces conditions d'une manière aussi simple qu'originale au moyen de sa bobine à quatre fils. Ceux-ci peuvent être affectés indifféremment et dans un ordre quelconque aux lignes ou au circuit téléphonique local.

On se rend aisément compte en examinant le diagramme :

1° Que les courants télégraphiques, qui se partagent par parties égales et suivent la

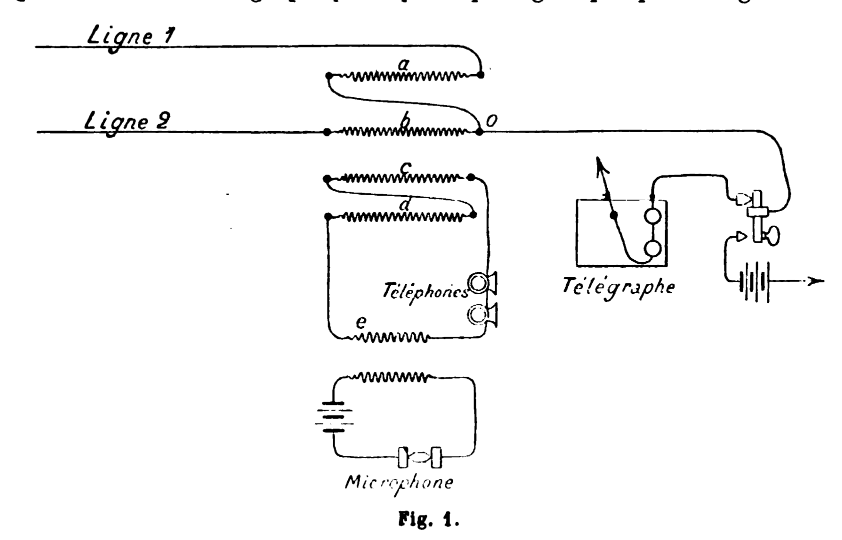


Fig. 1.

même direction sur les deux conducteurs de ligne, parcourent en sens inverse chacun des deux fils du transformateur qu'ils empruntent;

2° Que les courants téléphoniques de ligne, qui suivent, au contraire, dans chaque branche de la boucle une direction opposée, parcourent ces deux mêmes fils du transformateur dans le même sens ;

3° Que les courants téléphoniques locaux parcourent également dans le même sens les deux fils du transformateur qui leur sont spéciaux.

Il en résulte que les courants télégraphiques, soit qu'ils se bifurquent au point O au départ, soit qu'ils se réunissent à ce même point à l'arrivée, exercent sur les fils *a* et *b* qu'ils parcourent ainsi que sur les fils voisins *c* et *d* des actions inductrices opposées et égales qui s'annulent. Par conséquent les téléphones restent silencieux.

Lorsqu'on parle devant le microphone, les courants d'induction développés dans le circuit secondaire *e* de la bobine du microphone traversent les fils *c* et *d* du transformateur différentiel dans le même sens et induisent à leur tour dans les fils *a* et *b* des courants qui vont actionner les téléphones du poste correspondant. Quand c'est le poste correspondant qui téléphone, les actions se produisent dans le sens opposé.

Dans certains cas on peut avoir à scinder une ligne télégraphique sans interrompre le téléphone. La figure 2 montre le schéma d'une installation de ce genre.

La station C, intermédiaire entre les stations extrêmes A et B, est pourvue de deux transformateurs différentiels. Le premier Tr^1 est relié comme précédemment aux deux lignes allant à la station A ; le deuxième Tr^2 est relié de même aux deux lignes allant à la station B.

De la station C on peut donc téléphoner normalement d'une part avec A et d'autre part avec B, chacun des transformateurs différentiels aboutissant à une cabine télépho-

nique distincte. Mais on peut aussi mettre les stations A et B en communication téléphonique directe au moyen de deux commutateurs permettant de relier entre eux les circuits téléphoniques des deux transformateurs différentiels. La communication téléphonique peut ainsi être à volonté scindée en C ou directe entre A et B, tandis que la communication télégraphique est toujours scindée en C.

Le système permet également de résoudre le problème inverse, c'est-à-dire de scinder

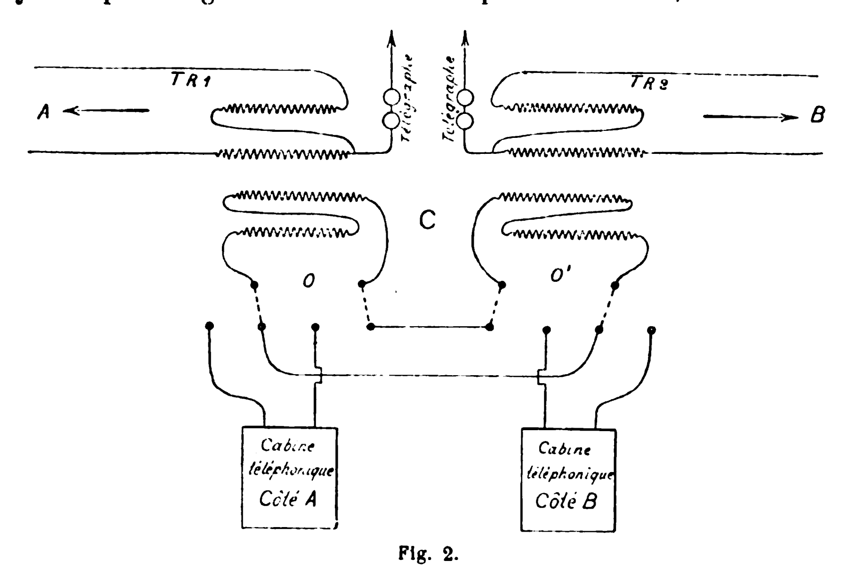


Fig. 2.

à volonté la communication téléphonique sans couper la ligne télégraphique directe. La figure 3 représente cette installation.

Comme dans la précédente, on emploie deux transformateurs différentiels. Les lignes, au lieu d'être bouclées de chaque côté à la station intermédiaire C, la traversent sans

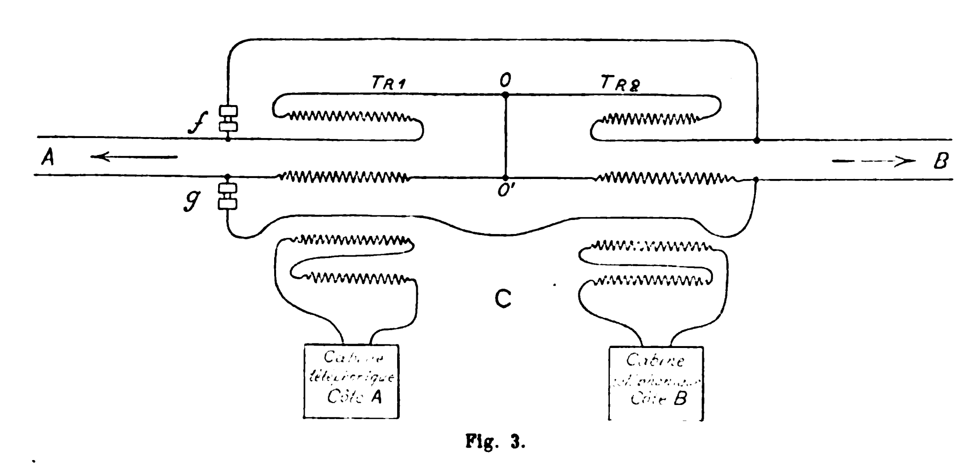


Fig. 3.

solution de continuité, ou plutôt sont reliées une à une à leur sortie des transformateurs; mais, entre ceux-ci, elles sont réunies par un conducteur OO′, sans résistance appréciable, auquel l'inventeur a donné le nom de *pont téléphonique*.

Ce pont téléphonique ne peut en rien modifier la condition de la ligne télégraphique puisque celle-ci comprend les deux conducteurs parallèles, assemblés en quantité; mais il

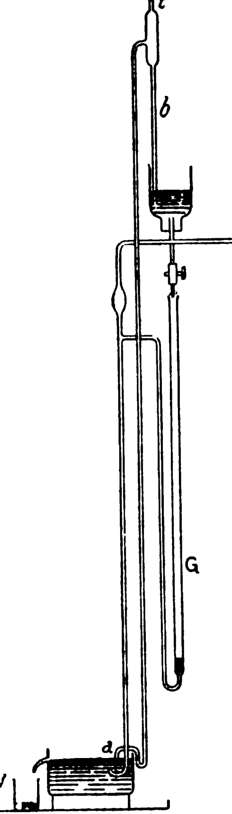
n'en est pas de même pour les deux lignes téléphoniques qui doivent être constituées, à droite et à gauche, par les deux conducteurs bouclés. C'est précisément le pont OO′ qui fait l'office de boucle commune. Cette jonction, formant un *court circuit*, sert de passage aux courants téléphoniques de A vers C et de B vers C, ou inversement, sans que ces courants puissent s'influencer réciproquement en raison de la résistance pratiquement nulle du point qu'ils ont à parcourir. Il est donc possible, comme dans le cas précédent, de téléphoner simultanément de la station intermédiaire C avec chacune des stations extrêmes A et B, sans que les conversations se mélangent.

Pour établir la communication téléphonique directe de A en B, il suffit de supprimer le pont OO′ et, à l'aide des conjoncteurs *f* et *g*, de mettre hors circuit la résistance des deux transformateurs pour laisser à la voix toute son intensité.

Le système de M. Picard, d'abord essayé avec plein succès sur le circuit téléphonique Paris-Lyon, est en service depuis plusieurs mois sur d'autres circuits. En présence de l'excellence des résultats obtenus l'Administration des Postes et Télégraphes se dispose à faire d'assez nombreuses installations et tout fait prévoir que le système ne tardera pas à se généraliser. A. Michaut.

TROMPE DE SPRENGEL REMONTANT AUTOMATIQUEMENT SON MERCURE
A L'AIDE DE LA TROMPE A EAU

Dernièrement, M. A. Verneuil a fait connaître, dans une communication à la Société chimique de Paris, un dispositif permettant de remonter automatiquement le mercure dans les trompes à vide.



Nous croyons intéressant pour nos lecteurs et en particulier pour les fabricants de lampes à incandescence de leur faire connaître cet ingénieux dispositif qui se recommande par sa simplicité et son bon fonctionnement.

On sait que l'emploi de la trompe de Sprengel pour l'obtention du vide réclame une surveillance de tous les instants pour relever le mercure, lorsque le réservoir inférieur est plein.

M. A. Verneuil obtient, automatiquement, la montée du mercure au fur et à mesure de sa chute à l'aide d'une aspiration obtenue par une trompe à eau, en entraînant, par un phénomène inverse à celui qui se passe dans la trompe même, une petite quantité de mercure par une plus grande quantité d'air.

Dans ces conditions, il devient possible de remonter le mercure à 2 mètres de hauteur en utilisant un vide de 30 centimètres de mercure environ, c'est-à-dire une dépression très inférieure à celle que fournit la trompe à eau.

La figure ci-contre montre le dispositif et les détails de cet appareil qu'il est facile d'adapter à toutes les pompes à chute de mercure.

Voici du reste la description qu'en donne l'inventeur :

« Le tube *a*, d'un diamètre de 3 millimètres environ, « affleure, par son extrémité taillée en biseau le mercure de « la cuve inférieure de la trompe ; il est recourbé, puis « remonte jusque dans la portion élargie du tube *b* où il

« débouche à 40 centimètres environ du niveau du mercure du réservoir supérieur, dans « lequel plonge le tube *b*, dont le diamètre intérieur est d'environ 6 millimètres. La « portion supérieure de ce tube communique en *t* avec l'orifice d'aspiration d'une pompe « à eau.

« La construction de ces tubes est très simple, puisqu'il n'y a aucun inconvénient à « les former de plusieurs tronçons réunis par des tubes de caoutchouc.

« Lorsqu'on commence à faire le vide avec la trompe de Sprengel, le tube de garde G « se vide d'abord très rapidement; cette masse de mercure arrivant brusquement dans la « cuve ne pourrait être remontée que si l'on donnait au tube plongeur *b* une hauteur de « 76 centimètres, tout à fait inutile pour subvenir au débit ordinaire de la trompe. Aussi, « il est plus simple de recueillir comme de coutume cette première masse de mercure « dans le verre V et de ne commencer à produire l'aspiration de la trompe à eau que « lorsque le régime normal est établi.

« A partir de ce moment, il n'y a plus à s'occuper du mercure qui remonte automa- « tiquement dans le réservoir supérieur. »

M. Verneuil, à la fin de sa communication, fait remarquer que, par son contact avec l'air dans le tube d'aspiration, le mercure divisé éprouve une purification puissante, puisqu'il se trouve dans les conditions qui réalisent, d'après M. Crafts [1] et M. Maumené [2], l'oxydation des métaux étrangers qu'il peut accidentellement contenir.

J.-L.-E.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Sur les inclinomètres à induction

Par M. Ernest Schéring

A l'Observatoire magnétique de Göttingue, fondé par C.-F. Gauss, nous avons construit, mon frère Charles Schéring et moi, un nouvel inclinomètre à induction. En perfectionnant la méthode inventée par W. Weber, nous avons donné à l'axe de rotation de l'inducteur des inclinaisons très voisines de la direction de la force totale du magnétisme terrestre ; d'une part, une inclinaison d'à peu près un demi-degré au-dessous de cette direction ; d'autre part, la même inclinaison au-dessus de la même direction. Au moyen d'un galvanomètre assez sensible, nous avons obtenu, dans la mesure absolue de l'inclinaison, une exactitude telle que, à une variation de l'inclinaison magnétique ne surpassant pas 4″2, correspondait un déplacement de 0,1 mm de l'image, sur l'échelle divisée en millimètres qui sert à mesurer l'élongation des aimants du galvanomètre. La description de cette méthode et des observations faites avec cet instrument a été publiée par Charles Schéring dans le *Rapport du Congrès des Naturalistes à Cassel*, le 13 septembre 1878 (p. 42).

Conservant le principe de cette méthode de mesure, M. H. Wild a fait des observations avec un inclinomètre à induction dans lequel, à une variation de 21″,82 de l'inclinaison, correspondait un déplacement de 0,1 mm sur l'échelle. Le *Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, t. XXVII, p. 320-333, mai 1881, contient la description de l'instrument de M. Wild, et celui-ci renvoie (p. 324, note) à notre méthode. MM. Mascart et Joubert font aussi mention de notre méthode, dans leur célèbre *Traité d'Électricité et de Magnétisme*, t. II, art. 1169, en citant le Rapport de M. Wild, dont un extrait a paru dans les *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 91; Paris, 1884.

En employant un galvanomètre plus sensible, M. Wild a construit, en 1890, un inclinomètre

[1] *Bulletin de la Société chimique de Paris*, tome XLIX, page 856.
[2] *Id.* *Id.* tome XLIX, page 898.

à induction dans lequel, à une variation de 1′,0 de l'inclinaison, correspond un déplacement de 0,1 mm de l'image sur l'échelle divisée. M. Wild a décrit cet instrument et ses observations dans les *Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 7e série, t. XXXIII, no 3, 1891, et il a donné un extrait de cet article dans les *Comptes rendus*, t. CXII, p. 990, 4 mai 1891.

Les faits que nous venons de citer montrent donc que la sensibilité (déterminée par le nombre 4′,2) de l'inclinomètre que nous avons construit en 1878 est trois fois plus grande que la sensibilité (déterminée par le nombre 13′,0) de l'inclinomètre construit, en 1890, par M. Wild.

Bien que l'exactitude des mesures obtenues par notre appareil surpassât tout ce qu'on avait obtenu jusqu'alors, et bien que l'observation ne demandât qu'une seule personne et fort peu de temps (voir à cet égard la Notice publiée par M. Charles Schéring dans les *Göttinger Nachrichten der K. Gesellschaft d. Wiss.*, p. 345-392, 7 juin 1882), nous avons construit, au mois de mars 1886, un nouveau galvanomètre possédant un système à peu près astatique de quatre aimants, en forme de minces lamelles. Ce second inclinomètre à induction est d'une sensibilité telle que, à une variation de 1′,2 dans l'inclinaison magnétique, correspond un déplacement de 0,1 mm de l'image sur l'échelle divisée, qui sert à mesurer les élongations des aimants du galvanomètre.

(*Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, séance du* 3 *août* 1891.)

La navigation électrique [1]

Par A.-R. Bennett

L'un des faits les plus marquants de l'Exposition universelle tenue à Edimbourg en 1890, a été l'essai de navigation électrique dû à l'initiative de la « General Electric Power and Traction Co », qui avait établi sur le canal de l'Union un service de transport assuré par une flottille de bateaux électriques. C'était la première application pratique de ce genre en Ecosse, aussi est-ce avec plaisir que nous avons vu ces bateaux recevoir le meilleur accueil du public. Malgré des conditions défavorables : terminus à Edimbourg situé dans une rue secondaire d'aspect peu brillant, saison pluvieuse, etc., les bateaux électriques n'en ont pas moins constitué l'une des principales attractions de l'exposition.

Le nombre des voyageurs transportés du 31 mai au 11 octobre n'a pas été inférieur à 71 075, non compris les passagers munis de billets de saison et ceux voyageant gratuitement à un titre quelconque.

Cette première expérience de navigation électrique en Ecosse a donc eu plein succès et nous permet d'espérer que bientôt nous verrons des bateaux du même genre circuler sur nos rivières et nos estuaires.

Permettez-moi de vous indiquer rapidement les avantages résultant de la substitution de l'électricité à la vapeur pour la navigation. Au lieu de machines encombrantes, des accumulateurs répartis un peu partout, dissimulés sous les sièges et laissant disponible pour les voyageurs l'emplacement occupé par la machinerie sur les bateaux à vapeur. Pour le même nombre de voyageurs, celui-ci devrait être au moins 25 0/0 plus large que le bateau électrique ; il y a donc économie en faveur de ce dernier et non seulement comme dépenses d'établissement, mais aussi comme exploitation, puisque le poids mort à transporter est moindre. Sur le bateau électrique plus de ces odeurs, cette fumée, ce bruit, inséparables des meilleures machines à vapeur ; les trépidations dues au mouvement de l'arbre propulseur s'adoucissent, le moteur électrique donnant une impulsion douce et continue au lieu de la série de secousses du piston du cylindre à vapeur.

Enfin, pour dévoué serviteur qu'elle soit, la vapeur n'est pas sans danger et l'on sait à quelles catastrophes terribles peut donner lieu la moindre négligence ; avec l'électricité ces dangers disparaissent et le pis qui puisse résulter d'une fausse manœuvre c'est de mettre temporairement le bateau hors d'état de manœuvrer. Mais aucun danger n'est à craindre des appareils pour les voyageurs ; c'est un point sur lequel j'insiste, car j'ai entendu dire que beaucoup de personnes s'étaient refusées à faire usage des bateaux électriques dans la crainte de recevoir des chocs ou de voir leur montre se déranger. Est-il besoin de dire que les bateaux sont agencés de manière à rendre ces craintes absolument chimériques.

Le bateau électrique a du reste bien d'autres avantages : un seul homme suffit pour la manœuvre du moteur électrique ; pas de chaudière à assurer ni à faire inspecter périodiquement ; le bateau embarque l'énergie qui lui est nécessaire toute prête pour l'usage, au lieu d'avoir à la produire en brûlant du charbon, et cette énergie il en peut être disposé à volonté et dans telle mesure que l'on désire en tournant simplement un commutateur.

L'usage du bateau électrique n'est d'ailleurs pas limité aux bateaux de plaisance ou pour le transport des voyageurs. La Compagnie en a équipé un pour la marine espagnole, et, quand on songe aux services que peut rendre un bateau de ce genre à un navire de guerre, on s'étonne que l'amirauté britannique se soit laissé devancer dans cette voie par la marine espagnole.

[1] Extrait d'une note lue devant la « Royal Scottisch Society of Arts » à son assemblée spéciale tenue à l'Exposition d'Edimbourg, le 13 octobre 1890.

Tous nos cuirassés sont pourvus de la lumière électrique. Durant le jour les dynamos pourraient être employées pour charger les accumulateurs des chaloupes sur leurs bossoirs de manière que chaque navire fût à même de mettre à la mer à tout instant plusieurs chaloupes avec une provision d'énergie permettant une marche de six à huit heures. Dans le cas où les accumulateurs ne serviraient pas pour la propulsion de ces chaloupes, ils pourraient suppléer ou aider, en cas de besoin, les dynamos pour l'éclairage durant la nuit; on pourrait encore s'en servir pour actionner les pompes, les ventilateurs, les cabestans, etc.

Les bateaux de la Tamise sont en bois, sur le canal de l'Union on les a faits en acier. Ils sont au nombre de quatre et portent les noms des quatre filles de Lord Bury, le président de la « General Electric Power and Traction Company »: Theo, Flo, Hilda et May. Les coques ont été dessinées par MM. Morton et Williamson de Glasgow et construites par Seath et Cie de Rutherglen. Chaque bateau mesure 12,20 m de longueur totale, 1,82 m au maître-bau, 0,935 m du bord à la quille avec un enfoncement de 0,634 m à vide. Leur poids est de 3 1/2 tonnes hors de l'eau, y compris moteur et accumulateurs. Ils ont reçu licence pour le transport de quarante passagers et peuvent aisément contenir ce nombre de sièges.

Ils portent 50 éléments d'accumulateurs du type EPS pour bateaux, fabriqués par l' «Electrical construction Corporation». Ces éléments d'une capacité de 120 ampères-heure exigent pour leur charge un courant de 30 à 40 ampères et se déchargent à 40 ampères. Chaque élément comporte 15 plaques (7 positives et 8 négatives) mesurant 0,161 m de profondeur (0,20 m au sommet, 0,185 m au fond) et contenues dans des boîtes en ébonite qui vont en se rétrécissant vers le bas comme les plaques de manière à épouser la forme du bateau. Le poids d'un élément complet est de 26,3k. Ces éléments sont rangés de chaque côté du bateau en deux séries de 25, protégées par des boîtes dont le couvercle, recouvert de coussins, sert de siège aux voyageurs. Les éléments sont bien séparés et reposent sur des isolateurs en verre garnis d'huile résineuse. C'est là une précaution superflue avec les boîtes en ébonite mais très utile dans le cas de caisses en bois.

Les boîtes contenant les éléments sont bien ventilées, de sorte que les gaz qui se dégagent lors de la charge ne peuvent s'accumuler. Ces gaz sont de l'oxygène et de l'hydrogène, c'est-à-dire tout à fait inoffensifs, et, en dehors de la période de charge, il n'y a aucun dégagement de vapeurs.

Les plaques sont du type à grillage, c'est-à-dire qu'elles sont formées de cadres de plomb portant les pastilles actives qui sont placées dans une multitude de petits trous carrés.

La composition exacte de la pâte des pastilles actives n'est connue que du fabricant, mais il est de toute probabilité que le minium (Pb^3O^4) domine dans la pâte positive et la litharge (PbO) dans la pâte négative. Pour charger les plaques on les soumet, après avoir placé les pastilles dans le grillage, à une charge de 60 heures dans une solution d'acide sulfurique d'une densité de 1,18; après quoi les plaques sont plongées dans l'eau chaude, lavées et essuyées.

La solution en usage avec les éléments possède à l'origine une densité de 1,18; cette densité s'élève à 1,20 par la charge et descend à 1,172 quand ils ont accompli tout le travail qu'on en peut raisonnablement tirer. La résistance intérieure varie naturellement avec la densité du liquide, elle est en moyenne de 0,003 ohm par élément. Après la charge, la force électromotrice des 50 éléments est d'environ 107 volts, soit 2,14 volts par élément; à la fin d'une journée de travail, elle tombe à 100 ou 99 volts, soit 2 ou 1,98 volt par élément.

Les moteurs sont du type modifié Immisch, pesant 158,75 kg. Le moteur Immisch est connu pour son rendement élevé et sa grande puissance, comparativement à son poids et à l'emplacement qu'il occupe, qualités qui le désignaient spécialement pour la navigation. Le moteur ordinaire se distingue d'ailleurs par un dispositif ingénieux de commutateurs et de collecteurs, grâce auxquels deux des 48 bobines de l'armature sont mises en court circuit, à mesure qu'elles atteignent le point où elles n'ont plus d'action. Ce dispositif procure ainsi une diminution de résistance et assure la constance de direction du champ inducteur sous l'influence de charges variables. Mais on a pensé que dans un bateau il fallait surtout s'attacher à obtenir la plus grande simplicité possible et le moteur adopté n'a qu'un commutateur et un collecteur. C'est d'ailleurs la seule modification du type ordinaire. Il y a 4 bobines sur l'inducteur, avec une résistance de 18 ohms à chaud; ces bobines sont montées en série avec l'armature qui est à enroulement en tambour, ayant 48 bobines et une résistance de 0,3 ohms à chaud. Le commutateur a autant de segments qu'il y a de bobines, chacune étant reliée aux deux segments lui faisant face immédiatement.

Le rendement du moteur fonctionnant à la vitesse la plus favorable est de 85 0/0; mais cette vitesse est trop considérable pour la navigation sur le canal de l'Union où la limite de 4 milles 1/2 à l'heure (soit 510 révolutions) est imposée. Pour cette vitesse, le rendement tombe à 75 0/0; à la vitesse de 6 milles, il serait de 80 0/0. Les moteurs ne travaillent donc pas d'une façon très avantageuse sur le canal et feraient beaucoup mieux en eau ouverte, dans un estuaire par exemple, où la vitesse ne serait pas limitée aussi étroitement; sans compter que la résistance au mouvement serait beaucoup moins grande en

eau ouverte que sur un canal étroit et peu profond.

Pour changer la direction du mouvement, il suffit de renverser le courant dans l'armature du moteur, ce qui peut être fait presque instantanément par le moyen d'un commutateur. Des accumulateurs, le courant passe à travers une courte longueur 0,031 m de fil fusible de plomb n° 10 B. W. G qui fond à 42 ampères, de sorte que toute possibilité d'avarie au moteur, du fait d'un excès de courant, est écartée automatiquement.

L'effort maximum est celui nécessaire pour le démarrage du bateau et il se trouve justement que c'est à ce moment que le moteur peut développer la plus grande puissance, car il n'agit pas comme générateur produisant un courant qui tend à réduire l'énergie du courant fourni par les accumulateurs. Mais au départ, ce courant n'a que la résistance ordinaire des bobines à surmonter et il se produirait un flux qui amènerait la fusion du plomb si on n'avait pris les dispositions nécessaires pour interposer automatiquement une série de résistances quand on tourne le levier de mise en route. Au début du mouvement, le courant ne parvient donc au moteur qu'après avoir traversé une résistance d'environ 2 ohms qui est diminuée peu à peu à mesure que le levier passe sur le deuxième et le troisième contact.

Ce n'est que quand le levier a atteint le quatrième contact, c'est-à-dire quand l'armature est en mouvement et produit un contre-courant, que le courant tout entier est admis dans le moteur. Il est donc impossible qu'une avarie se produise, même avec un mécanicien maladroit ou négligent.

Le commutateur comporte deux autres leviers. L'un permet de prendre la vitesse de 6 ou 4 1/2 milles à l'heure, en réunissant les 50 accumulateurs, soit tous en série, soit en deux séries parallèles de 25 chacune ; dans le premier cas, le voltage est de 107 volts, il est de 53 dans le second cas, quand les batteries viennent d'être chargées, le courant résultant étant respectivement 34 et 24 ampères.

L'autre est celui de renversement, il agit simplement pour changer la direction du courant dans l'armature. Ni le second, ni le troisième levier ne peuvent être manœuvrés tant que le courant circule. Grâce à un dispositif mécanique, le levier n° 1 ferme les deux autres quand il est dans la position « *on* », et il doit toujours être ramené à la position « *off* » avant qu'on puisse provoquer une variation quelconque du courant, de sorte que l'armature est protégée contre tout changement brusque.

La production aux contacts d'étincelles qui pourraient brûler ces contacts est évitée par des extra-contacts en fer recevant les étincelles de fermeture et de rupture.

L'arbre de propulsion est accouplé directement sur l'arbre de l'armature du moteur. On évite ainsi tout organe de transmission et les pertes de travail qui en résulteraient, en même temps qu'on réalise une économie d'emplacement. L'arbre sort du bateau, à l'arrière, en traversant une garniture étanche ordinaire. Quant au propulseur même, on s'est arrêté, après essai de différents types, à un propulseur à deux branches, de 0,48 m de diamètre, établi en bronze phosphoreux qui assure, avec le minimum de dépense de courant, la vitesse de 4 1/2 milles à l'heure admise par les autorités du canal. Un propulseur à trois branches avait été aussi essayé, mais donnait un remous trop fort.

Le service des bateaux se faisant le jour, les accumulateurs doivent être chargés pendant la nuit. Cette charge est faite au moyen de dynamos Immisch à enroulement en dérivation donnant, à la vitesse de 750 tours, 130 volts et 120 ampères, soit 15 000 watts ou 20,4 chevaux. Pour la charge, les éléments sont mis en série sur chaque bateau et les quatre bateaux sont placés en quantité. Le travail moyen de la dynamo pendant la charge n'est que de 11 528 watts ou 15,6 chevaux, soit 3,9 chevaux pour chaque bateau. Après une journée de fonctionnement il faut six heures de charge pour porter la densité de 1,172 à 1,2.

J'aurais voulu donner quelques renseignements à l'égard du rendement, mais je n'ai eu jusqu'ici ni le temps ni l'occasion de procéder à des expériences spéciales, et les résultats des essais faits par la Compagnie, résultats mis à ma disposition de la façon la plus gracieuse, ne me permettent pas de vous éclairer d'une façon complète à cet égard. Les charges ont varié dans des limites assez étendues ; le parcours journalier de chaque bateau n'a été évalué que par estimation et les accumulateurs avaient alimenté les sonneries et les lampes. De plus, chaque bateau accomplit quotidiennement un certain parcours supplémentaire résultant des marches en arrière et des garages, de sorte que si l'on veut avoir des résultats de quelque valeur il faut absolument faire des essais spéciaux qui devront être suivis avec soin. J'espère obtenir de la Compagnie l'autorisation nécessaire à cet égard. Les fabricants d'accumulateurs annoncent un rendement de 75 à 80 0/0 et M. le professeur Ayrton a montré récemment que, dans les conditions les plus favorables, ce rendement peut même être porté jusqu'à 85 à 87 0/0. Comme d'ailleurs la fabrication des accumulateurs fait des progrès continus, il y a toutes sortes de bonnes raisons de penser que l'emploi des accumulateurs pour la traction électrique est appelé à un brillant avenir.

L. F.

BIBLIOGRAPHIE

Leçons sur l'Électricité et le magnétisme, par Duhem, chargé d'un cours complémentaire de Physique mathématique et de Cristallographie à la Faculté des Sciences de Lille.

3 volumes grand in-8, avec figures dans le texte, se vendant séparément.

Tome I : *Conducteurs à l'état permanent*; 1891. . . . . 16 fr.

Tome II : *Aimants diélectriques*. (*Sous presse*.)

Tome III : *Courants linéaires*. (*Sous presse*.)

(*Paris, Gauthier-Villars et fils*.)

Pour donner un aperçu de l'idée qui a présidé à la rédaction de ce magnifique ouvrage, nous ne saurions mieux faire que de donner ici un extrait de l'Introduction de l'auteur.

« En 1811, Poisson inaugura la théorie des phénomènes électriques; depuis ce temps, l'étude des lois auxquelles obéissent l'Electricité et le Magnétisme a suscité les efforts d'une foule de grands physiciens et de grands analistes. Leurs innombrables travaux se ont succédé sans relâche, pendant toute la durée du siècle et dans tous les pays; leur découverte forme aujourd'hui l'un des plus vastes ensembles scientifiques qui soient au monde.

« Le moment semble venu de coordonner les résultats de tant d'efforts; de réunir en un faisceau unique ces recherches conçues d'après les idées les plus diverses, écrites dans toutes les langues, dispersées dans toutes les revues. Il semble que, si l'on parvenait à réaliser cette vaste synthèse, on se trouverait en présence du plus beau système de philosophie naturelle qui ait jamais été engendré par l'esprit humain.

« Dans le présent ouvrage, nous avons cherché, dans la limite de nos forces, à tracer une première ébauche de cette synthèse. Notre œuvre présentera certainement bien des imperfections; mais peut-être, malgré ses défauts, préparera-t-elle d'autres œuvres plus achevées; s'il en est ainsi, nous n'aurons pas perdu notre peine.

« Ce que nous nous sommes proposé d'écrire, c'est un exposé aussi un, aussi logique que possible des théories sur l'Electricité et le Magnétisme, et non pas une compilation de ces théories. On ne trouvera pas ici tout ce qui a été dit sur les phénomènes électriques et magnétiques: nous désirons seulement qu'on y trouve les idées vraiment nettes et fécondes qui ont été émises à leur sujet. Le mineral qui contient la Science renferme toujours de la gangue; nous avons rejeté beaucoup de cette gangue : le titre de ce que nous avons gardé n'en sera que plus riche.

« Après avoir, pendant dix ans, médité les diverses parties de la Science électrique, nous nous sommes convaincu que tout ce qu'il y a de clair et de fécond dans cette science pouvait se grouper, avec beaucoup d'ordre et d'unité, autour de quelques principes empruntés à la Mécanique et à la Thermodynamique, et c'est ce groupement que nous avons essayé d'exposer...

« Le premier volume est consacré à l'étude des lois qui président à l'équilibre de l'Électricité et à son mouvement permanent sur les corps conducteurs. Après avoir donné un tableau de la théorie classique de l'équilibre électrique et des méthodes mathématiques qui servent à résoudre le problème de l'Électrostatique, nous étudions, dans les trois derniers livres, les applications de la Thermodynamique aux conducteurs métalliques homogènes ou hétérogènes et aux conducteurs électrolytiques.

« Nous sommes très bref sur les électrolytes, non pas que les méthodes employées pour les conducteurs métalliques ne permettent d'en pousser très loin l'étude; mais cette étude ne peut être faite sans un examen approfondi des propriétés des dissolutions salines, et la longueur de cet examen excéderait les bornes de notre ouvrage.

« Au contraire, nous traitons très complètement les propriétés des conducteurs métalliques : l'exposé que nous en donnons est, croyons-nous, le plus étendu et le plus approfondi qui ait été donné jusqu'ici. »

Ce premier volume est divisé en six livres, dont voici les titres : I. *Les forces électrostatiques et la fonction potentielle*. — II. *La distribution électrique sur les corps conducteurs et le problème de Lejeune-Dirichlet*. — III. *L'étude expérimentale de la distribution électrique*. — IV. *Le potentiel thermodynamique interne d'un système électrisé*. — V. *L'équilibre électrique et les courants permanents sur les conducteurs métalliques*. — VI. *Les électrolytes*.

Nous annoncerons les volumes II et III lorsqu'ils paraîtront.

Catalogue spécial d'éclairage électrique de la Maison Sautter, Lemonnier et Cie (Sautter, Harlé et Cie, successeurs).

Il s'agit ici d'un bon et beau catalogue, intelligemment fait, donnant des renseignements exacts et précis sur les machines, le matériel et les articles variés et nombreux d'éclairage électrique qu'offre à sa clientèle la Maison Sautter, Harlé et Cie.

Le luxe des catalogues industriels s'accentue de plus en plus; malheureusement certaines maisons d'électricité, en sacrifiant à cette mode, ou, si l'on veut, à cette nécessité, oublient trop que l'industrie électrique est sœur de la science et se permettent souvent des écarts dans le domaine du boniment et de la fantaisie. Ces oublis, on l'a déjà dit et on ne saurait trop le répéter, portent un sérieux préjudice au développement de l'industrie électrique.

Aussi est-ce avec un véritable plaisir que nous avons parcouru le nouveau catalogue que nous avons sous les yeux et qui n'est point conçu dans cet esprit, bien qu'il se conforme aux habitudes du jour en donnant de très belles figures des appareils annoncés. Il contient, sur l'emploi des machines et du matériel, des indications et des aperçus dont la sobriété et la clarté sont préférables à des détails minutieux et à des descriptions pompeuses dont s'accommoderait mal, d'ailleurs, la réputation justement méritée de la Maison Sautter, Harlé et Cie

The Elements of Dynamic Electricity and Magnetism [Éléments d'Électricité et de Magnétisme], par P. ATKINSON.
In-12 avec figures. Prix: 10 sh. 6 d. (*New-York et Londres*).

A Physical Treatise on Electricity and Magnetism [Traité d'Électricité et de Magnétisme], par J. E. H. GORDON. 3e édition.
2 vol. in-8, 680 pages. Prix: 42 sh. (*Londres, Low*).

Telegraphy [La Télégraphie], par W.-H. PREECE et J. SIVEWRIGHT.
9e édition, revue et augmentée, in-12, 388 pages. Prix: 6 sh. (*Londres, Longmans*).

The Electroplaters' handbook: a practical Manual for Amateurs and young Students in Electro-Metallurgy [Manuel des galvanoplastes. Guide pratique des amateurs et des débutants en Électrométallurgie], par G.-E. BONNEY.
In-12, avec portrait et illustrations. Prix: 6 sh. (*New-York et Londres*).

Plain talks on Electricity and Batteries. With Therapeutic Index [Simples discours sur l'Électricité et les Piles], par H.-R. BIGELOW.
In-12. Prix: 4 sh. 6 d. (*Londres, Lewis*).

A Manual of practical Electro-Therapeutics [Manuel pratique d'électro-thérapeutique], par A. HARRIES et H.-N. LAWRENCE.
In-8, 130 pages avec figures. Prix: 1 sh. 6 d. (*Londres, Low*).

Telephones, their Construction and Fitting: a Practical Treatise on the Fitting up and Maintenance of Telephones, and the Auxiliary Apparatus [Les téléphones, leur construction et leur installation. Traité pratique de l'installation et de l'entretien des téléphones et des appareils accessoires].
In-8, 200 pages. Prix: 5 sh. (*Londres, Spon*).

CHRONIQUE

Concours de 1891 de la Société industrielle du Nord de la France. — Dans sa séance publique de janvier 1892, la Société Industrielle du Nord de la France décernera des récompenses aux auteurs qui auront répondu d'une manière satisfaisante au programme des diverses questions énoncées ci-après.

Ces récompenses consisteront en médailles d'or, de vermeil, d'argent ou de bronze.

La Société se réserve d'attribuer des sommes d'argent aux travaux qui lui auront paru dignes de cette faveur, et de récompenser tout progrès industriel réalisé dans la région du Nord et non compris dans son programme.

Les mémoires présentés au Concours devront être remis au secrétariat général de la Société, *avant le 1er octobre* 1891. Mais les appareils sur lesquels des expériences seront nécessaires devront lui être parvenus avant le 30 juin 1891.

Les mémoires couronnés pourront être publiés par la Société. — Pour les sujets de prix exigeant plus d'une année d'expérimentation, la distribution des récompenses sera ajournée.

Les mémoires présentés restent acquis à la Société et ne peuvent être retirés sans l'autorisation du Conseil d'administration.

Les mémoires relatifs aux questions comprises dans le programme et ne comportant pas d'appareils à expérimenter ne devront pas être signés. Ils seront revêtus d'une épigraphe reproduite sur un pli cacheté, annexé à chaque mémoire, et dans lequel se trouveront, avec une troisième reproduction de l'épigraphe, *les nom, prénoms, qualité et adresse de l'auteur.*

Quand des expériences seront jugées nécessaires, les frais auxquels elles pourront donner lieu, seront à la charge de l'auteur de l'appareil à expérimenter; les Commissions, dont les fonctions sont gratuites, en évalueront le montant et auront la faculté de faire verser les fonds à l'avance entre les mains du Trésorier. — Le Conseil pourra, dans certains cas, accorder une subvention.

Nous relevons, parmi les questions proposées les suivantes, qui se rapportent, directement ou indirectement, aux applications de l'électricité:

Ascenseurs. — Etude complète sur les différents systèmes d'ascenseurs ou monte-charges en usage pour le transport des personnes ou des choses dans les habitations, usines, etc.

L'auteur devra indiquer les meilleurs moyens à employer pour éviter les accidents.

Tramways. — Mémoire sur la question des tramways au point de vue: 1° de la construction; 2° de la traction et de l'exploitation.

Chacune de ces parties peut être traitée séparément.

Applications de l'électricité. — Etude complète des applications industrielles de l'électricité soit au transport de l'énergie, soit à la production de la lumière.

Décrire notamment les procédés employés pour produire, transporter, emmagasiner ou transformer l'électricité.

— Étude sur les applications des appareils téléphoniques.

Ozone. — Moyen économique de préparation de l'*ozone* et de l'*eau oxygénée* et expériences sur les applications diverses de ces produits, et en particulier au blanchiment des textiles.

Blanchiment. — Étude du blanchiment par l'électricité.

— Étude sur la situation actuelle du blanchiment de la soie, de la laine, du coton et du lin par d'autres produits que les hypochlorites alcalins et l'acide sulfureux.

Eaux vannes. — Épuration et utilisation des *eaux vannes* industrielles et ménagères.

Une somme de 500 *francs* est mise, par M. Léonard Danel à la disposition du Conseil d'Administration, pour être donnée par lui comme récompense à l'œuvre qu'il en reconnaîtra digne.

L'éclairage électrique à Paris. — Dans sa séance du 24 juillet dernier le conseil municipal de Paris a approuvé un projet présenté par le Directeur des travaux pour l'éclairage électrique de l'avenue de Clichy entre la rue des Moines et l'avenue de Saint-Ouen. La dépense est évaluée à 10 500 francs et le Conseil a autorisé l'Administration à approuver la soumission présentée par ces travaux par la Société du secteur de la place Clichy.

— Dans sa séance du 25 juillet le Conseil a approuvé un projet relatif à l'amélioration de l'éclairage électrique des grands magasins de la *Belle Jardinière.* On sait que cet éclairage est fourni par l'usine municipale des Halles. La dépense est évaluée à 15 000 francs et l'Administration est autorisée à accepter la soumission souscrite pour ces travaux par MM. O. Patin et Cie, Ferranti-Patin et Cie et Chamon.

La traction électrique à Paris. — Un événement d'une véritable importance vient de s'accomplir à la suite d'un vote du Conseil municipal dont nous avons parlé dans notre numéro du 1er août courant. Le préfet de la Seine a mis à l'enquête le projet de M. Berlier pour la construction d'un tramway électrique souterrain allant du bois de Boulogne au bois de Vincennes.

La ligne projetée doit suivre l'avenue Bugeaud, l'avenue Victor-Hugo, la grande avenue des Champs-Elysées, traversera la place de la Concorde, suivra la rue de Rivoli dans toute sa longueur, la rue Saint-Antoine, la rue de Lyon, le boulevard Diderot, l'avenue Daumesnil et le cours de Vincennes.

La voie sera renfermée dans un tube en fonte, et du reste analogue aux voies souterraines de Londres, dont nous avons si souvent parlé.

Adjudication à Pise. — La ville de Pise vient d'ouvrir un concours pour la concession pendant trente ans de la production et la distribution de l'énergie électrique dans la commune. Les conditions du concours — que nous ne pouvons reproduire, faute de place — sont déterminées par un cahier des charges en date du 5 juillet, que les intéressés peuvent se procurer en s'adressant à la Junte municipale de Pise.

Exposition d'électricité au Palais de Cristal, à Londres. — A l'assemblée des actionnaires de la Cie du Palais de Cristal, le 13 août, M. George Rait, président, a annoncé que les directeurs de la Compagnie ont décidé d'ouvrir le 1er janvier prochain une exposition d'électricité dans cet édifice. Cette décision a été communiquée à la Chambre de commerce de Londres, qui l'a accueillie avec enthousiasme. Le nombre des adhésions déjà recueillies fait espérer — a ajouté le président — que cette exposition sera l'une des plus importantes de son espèce qu'on ait vues jusqu'ici.

La téléphonie en Belgique. — Il paraît que le Gouvernement belge aurait projeté de relier téléphoniquement tous les chefs-lieux de canton et les communes importantes du royaume à leurs chefs-lieux de province respectifs.

Solution du procès Edison relatif au brevet des lampes à incandescence. — Le jugement du procès de l' « Edison Electric Light Co » contre l' « United States Electric Light Co » a été rendu le 14 juillet dernier. La Compagnie Edison l'avait intenté, comme on sait, en vue d'établir que les lampes construites par la seconde Compagnie et, d'une manière générale, toutes les lampes à incandescence actuellement dans le commerce sont tributaires du brevet pris par M. Edison aux États-Unis, le 27 janvier 1880, sous le no 223 898.

Le jugement, longuement motivé, discute successivement les deux prétentions de la Compagnie Edison. Il écarte la première, qui était de faire tomber sous le brevet toute lampe munie d'un filament de charbon ou d'un fil métallique relié à des fils de platine scellés dans une ampoule de verre vide. Sur ce premier point, le juge décide que la Compagnie Edison n'est fondée à réclamer la propriété que du mode spécifique de liaison entre platine et charbon décrit dans le brevet.

Mais la seconde demande de la Compagnie Edison est admise dans toute son étendue, c'est-à dire : la combinaison d'un filament de charbon avec un récipient entièrement en verre et purgé d'air, et des conducteurs traversant le verre.

« Il (Edison) — dit le juge — fut le premier « à produire un charbon qui, par sa matière et « par le procédé de fabrication, répondit au « but spécialement cherché, de posséder une

« haute résistance spécifique; le premier à faire « un charbon d'une forme spéciale pour le but « en vue et de lui donner une haute résis- « tance totale; le premier à combiner un tel « brûleur avec les accessoires indispensables « dans la construction d'une lampe pour prévenir « sa dislocation et lui donner une vie suffisam- « ment longue. Ce faisant, il a fait une lampe « capable de fonctionner pratiquement avec suc- « cès, l'embryon des meilleures lampes aujour- « d'hui dans le commerce et sans lesquelles la « division de la lumière électrique par l'incan- « descence ne serait rien de plus que ce qu'elle « était en 1879, etc. »

Il est clair que l'admission de ce second point fait rentrer toutes les lampes à incandescence actuellement en usage dans le brevet Edison.

Jurisprudence. — Le Tribunal civil de Saint-Dié a rendu un jugement en matière de contrefaçon, dont les conclusions intéresseront les électriciens :

« L'application nouvelle de moyens connus consiste dans l'emploi d'organes déjà connus, mais dont on use dans des conditions de nature à produire des résultats différents.

Ainsi la simplification du mécanisme d'un appareil du domaine public constitue une invention brevetable si elle est nouvelle.

Par résultat industriel, on entend tout avantage obtenu dans la production par rapport à la qualité, à la quantité des produits ou à la diminution des frais.

Une combinaison nouvelle d'organes et de moyens connus produisant un résultat industriel est brevetable.

Il n'y a pas lieu d'apprécier l'importance de la découverte, ni de se préoccuper des efforts plus ou moins grands d'intelligence employés par l'inventeur dans la réalisation de son œuvre.

Des modifications accessoires et insignifiantes, inspirées peut-être par le désir d'éviter des poursuites, n'empêchent point qu'il n'y ait contrefaçon. »

L'invention consistait dans la suppression d'un levier et d'un contact dans un appareil électrique précédemment connu, mais jusque-là composé de deux fils avec deux contacts.

Le Tribunal a décidé, de même, qu'est brevetable un appareil destiné à supporter des bobines, qui rend le maniement desdites bobines plus facile qu'avec les appareils antérieurs et les rend indépendantes les unes des autres.

L'électricité dans les mines en Angleterre. — La Société *Hill's Plymouth C°* a commencé l'exploitation par l'électricité du puits Abercanaid.

La machinerie génératrice comprend une machine compound à condensation commandant une dynamo Crompton à enroulement compound de 100 chevaux.

La réceptrice est placée à 90 mètres du puits et commande le tambour de manœuvre par l'intermédiaire de câbles de coton.

L'ancienne installation, fonctionnant par l'air comprimé ne donnait qu'un effet utile de 30 0/0, tandis que la nouvelle permet d'augmenter ce chiffre de 50 0/0. On estime que la production pourra être accrue de 100 tonnes par jour.

Éclairage électrique des paquebots. — On vient d'expérimenter à bord du paquebot *Majestic* de la *White Star Line C°*, de Liverpool, un système de lampe électrique dont le pouvoir éclairant peut être modéré à volonté, ce qui permettra aux passagers de transformer leurs lampes de cabines en véritables veilleuses, avantage qui sera très apprécié par eux. Ce perfectionnement était désiré depuis l'adoption de l'éclairage électrique dans les cabines des paquebots, parce qu'il n'y avait pas de milieu entre l'obscurité complète ou la vive clarté des lampes électriques.

Alliage remplaçant le platine. — M. Fessenden, de Roseville (États-Unis), remplace le platine dans les lampes à incandescence par un alliage contenant du silicium, du fer, du nickel, du cobalt et de l'argent ou de l'or.

D'après le *Weekly Stationary Engineer*, cet alliage aurait le même coefficient de dilatation que le verre, ce qui constitue, comme on le sait, la garantie de l'étanchéité des ampoules et, par suite, de la durée des lampes.

L'Editeur-Gérant: GEORGES CARRÉ.

Tours. imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.



L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LE TÉLÉPHONE A MADRID

Historique. — Le réseau téléphonique de Madrid a été ouvert au service en novembre 1883. Exploité à ce moment par l'État, il comptait 644 abonnés dont 244 officiels.

Le 4 septembre 1886, eut lieu la reprise par la « Société des Téléphones de Madrid ». Cette reprise se fit sous l'empire de deux motifs d'ordre économique : perte annuelle de 40 à 50 000 fr que laissait l'exploitation, d'une part, et refus du Gouvernement d'accorder les crédits nécessaires pour effectuer les améliorations que réclamait le service, d'autre part.

La « Société des Téléphones de Madrid » s'est constituée au capital de 1 800 000 fr. réparti en 3 600 actions de 500 fr libérées jusqu'à ce jour de 250 fr.

Les nombres successifs d'abonnés ont été les suivants :

31 décembre 1886	821	abonnés.
— 1887	1 287	—
— 1888	1 501	—
— 1889	1 693	—
— 1890	1 789	—
Actuellement	1 817	—

Madrid comptant 482 816 habitants, il en ressort qu'on y trouve un abonné par 269 habitants. A Bruxelles, la population était au 31 décembre dernier (pour toute l'agglomération) de 482 158, et les abonnés au téléphone 1 707, soit 1 abonné par 282 habitants.

Postes. — Les postes se composent d'une sonnerie vibratoire pour l'appel, d'un microphone Ader actionné par 3 éléments Maiche montés en série, de 2 téléphones récepteurs Ader et de 5 éléments Leclanché à agglomérés, associés en série pour la production de l'appel du bureau central. L'appel des abonnés par ce dernier se fait au moyen d'une batterie de 14 accumulateurs analogues aux Julien. Elle est en service depuis deux ans et a donné toute satisfaction depuis cette époque. Son entretien est plus économique que celui d'une batterie primaire équivalente.

Lignes. — Les lignes sont aériennes et à deux conducteurs. Elles ne peuvent, par décret municipal, dépasser 500 m de longueur en fil nu; aussi le réseau présente-t-il cette particularité d'être composé de câbles en majeure partie. Ceux-ci, fabriqués par les usines Rattier de Paris, comportent 12 conducteurs formés chacun de 7 brins de 1/10 de mm de diamètre, recouverts de caoutchouc. Ces 12 conducteurs sont tressés deux à deux et guipés avec du coton de différentes couleurs pour la distinction des circuits. Le câble pèse 330 kg par km. Il est suspendu à un fil d'acier de 3 mm, au moyen de crochets en fil d'acier de 1,5 mm placés de 4 en 4 mètres. La résistance électrique est de 40 ω par km.

Les fils aériens nus, en bronze silicieux de 1,1 mm de diamètre, s'attachent à des isolateurs double cloche petit modèle, fixés généralement sur des poteaux en bois ou des supports en fer. Ceux-ci affectent la forme de herses, vu l'horizontalité des toits sur lesquels ils prennent appui. La résistance du fil de 1,1 mm est de 40,47 ω par km.

Bureaux centraux. — L'obligation d'employer des câbles aériens fort coûteux a

conduit à créer 3 petits bureaux centraux auxiliaires qui se trouvent : calle (rue) de Zuvbano n° 13 ; calle de la Princessa, n° 8 ; calle de Olozaga, n°s 5 et 7.

Le bureau central principal est établi à la Puerta del Sol (Porte du Soleil) en plein centre de la ville, aux étages supérieurs de l'Hôtel de Madrid.

La tour, entièrement métallique, sort des ateliers de M. O. André, de Paris. Elle

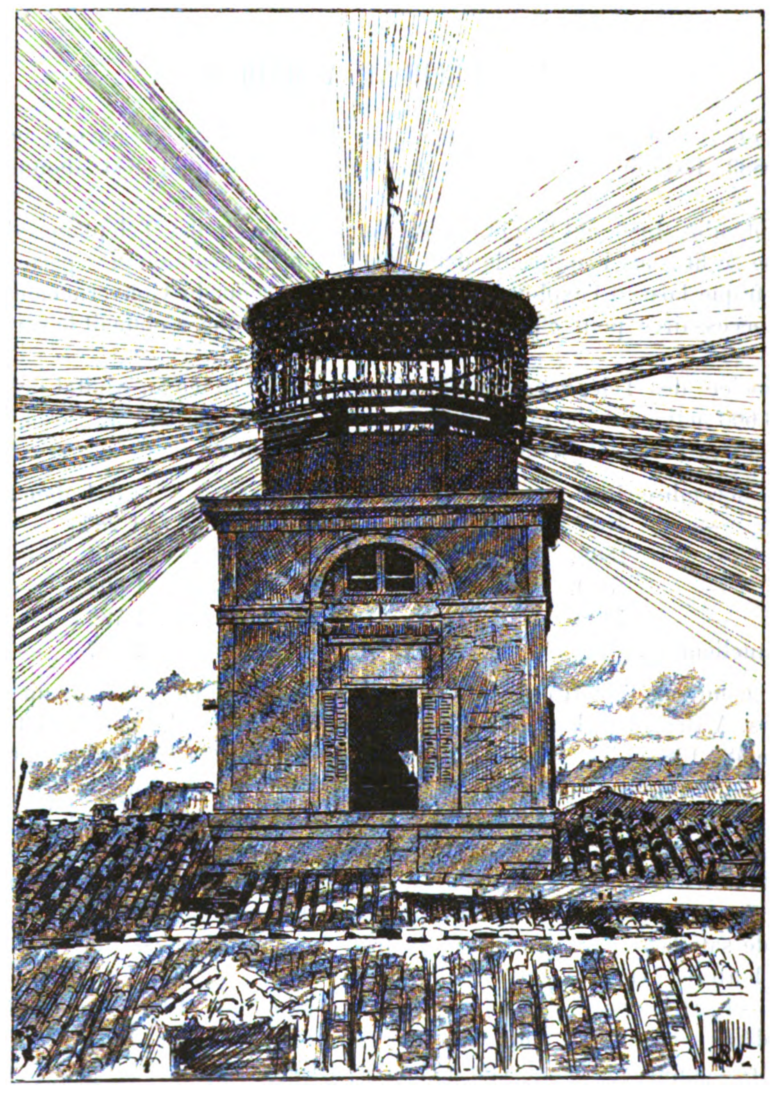


Fig. 1.

présente cette originalité, rare pensons-nous, d'être circulaire. Les isolateurs y sont distants de 0,25 m.

Grâce à l'extrême obligeance de M. A. Bouckaert, un belge, photographe amateur à ses moments perdus, nous pouvons en donner la vue ci-dessus (fig. 1).

Le profil des fers employés est principalement l'U et des tôles.

De la tour, les circuits vont à une chambre d'essai où ils passent par des parafoudres du système suisse, puis se rendent à la table-commutateur.

Celle-ci, dont nous donnons ci-dessous une vue partielle (fig. 2) d'après une photo-

graphie prise par le directeur, est du système à jacknifes. Elle a été fournie par la Compagnie des Téléphones de Paris.

Les employés, comme dans la plupart des bureaux centraux similaires, sont du sexe féminin. Chacun d'eux dessert un tableau de 49 abonnés. Les transmetteurs utilisés sont du type Berthon (transmetteur et récepteur combinés) actionnés chacun par un accumulateur. Des fils de service règnent naturellement entre tous les tableaux, pour la réunion des abonnés servis par des employés différents.

La nécessité d'une table multiple [1] n'existe pas à Madrid au même degré que dans nos cités du Nord fiévreusement commerciales, à cause de l'absence presque complète de commerce et d'industrie. Les employés du bureau central principal donnent seulement 7 000 communications par jour.

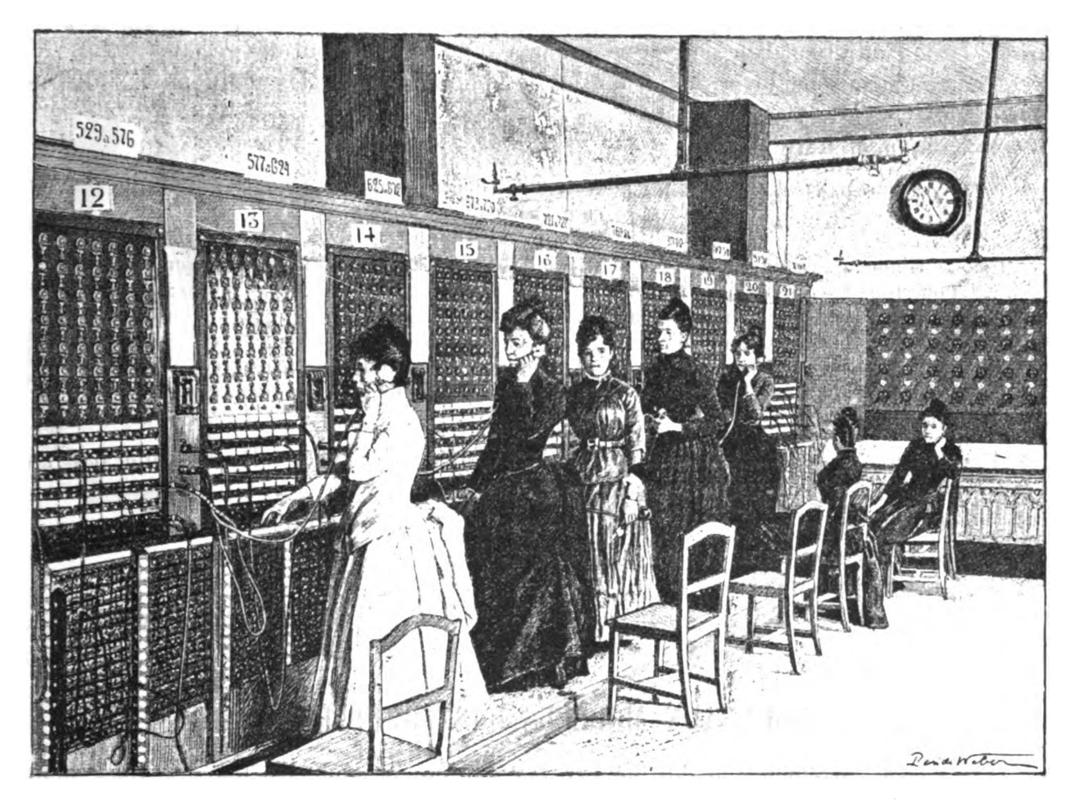


Fig. 2.

Le prix de l'abonnement fixé primitivement à 600 fr a été abaissé à 400 fr en 1885 et à 300 en 1886. Ce prix se rapporte au périmètre de Madrid, soit à un cercle d'environ 3 km de rayon. Pour les postes hors ville, le supplément d'abonnement est de 40 fr par km et 4 fr par fraction de 100 m.

Les télégrammes ne sont pas transmis par téléphone. Cependant la Société a fait des démarches à ce sujet et espère que le Gouvernement s'y montrera favorable. Aucune communication ne relie Madrid à d'autres villes, mais le Gouvernement a récemment mis en adjudication les raccordements interurbains.

[1] On appelle table multiple, en téléphonie, celle qui permet à un employé d'un tableau quelconque de relier entre eux deux abonnés quelconques, quel que soit d'ailleurs le nombre de ceux-ci, et les tableaux où se trouvent leurs annonciateurs.

Bureaux publics. — Quatre bureaux de l'espèce avaient été ouverts jadis, mais ils furent supprimés à cause de leur faible rapport. Actuellement. il n'en existe plus que deux : l'un à la Bourse, comprenant deux cabines ; l'autre au « Continental Express » en comportant trois. De ces trois dernières, qui sont de dimensions spacieuses et parfaitement aménagées, l'une, particulièrement luxueuse, est réservée aux dames. Le prix de la communication est de 0,30 fr. par 5 minutes.

Théâtrophone public et par abonnement. — On trouve également, au « Continental Express », douze postes publics (dont quatre réservés aux dames), d'où l'on peut écouter les représentations théâtrales du « Principe-Alphonso » (Prince-Alphonse) moyennant 1 franc par acte.

En présence du succès qu'obtiennent ces auditions, le directeur du « Continental Express » a l'intention de relier son établissement à tous les théâtres de Madrid.

C'est la Société des Téléphones qui se charge de l'installation, laquelle reste sa propriété, et de l'entretien. Elle perçoit en échange 50 0/0 du produit des recettes.

Pendant la saison d'hiver, la Société des Téléphones exploite les auditions du Théâtre-Royal.

Voici un aperçu du tarif :

Pour une paire de récepteurs pour tous les opéras de la saison . . .	600 fr.
— — un tour pair ou impair	350
— — le troisième tour.	250
Une deuxième paire de récepteurs et chaque paire en plus coûtent respectivement :	
Pour tous les opéras de la saison.	250
— un tour pair ou impair	150
— le troisième tour	90
Pour les abonnés du réseau n'ayant pas d'abonnement aux auditions, par soirée	20
Par audition pour les abonnés aux auditions en dehors de leur abonnement par soirée	15

Pour la compréhension de ce tarif, il faut savoir que le Théâtre-Royal donne par an 120 représentations divisées en trois tours ou classements :

1° Le tour pair.	60	représentations
2° Le tour impair.	—	—
3° Le troisième tour.	30	—

Em. Pierard.

NOUVEAUX MODÈLES D'INTERRUPTEURS

L'appareillage électrique destiné aux installations se modifiant tous les jours, nous décrivons aujourd'hui trois nouveaux modèles d'interrupteurs répondant chacun à un besoin différent.

Interrupteurs pour locaux dangereux. — Les galeries de mines, les poudrières, les minoteries, etc., sont réputées locaux dangereux et les règlements interdisent d'y placer des interrupteurs ou commutateurs, de crainte que l'étincelle qui se produit à chaque rupture du courant ne provoque une explosion ou un incendie.

L'interrupteur que représente la figure 1 peut être placé dans n'importe quel local dangereux et permet d'éviter tout accident.

L'aspect extérieur est celui d'un tube en caoutchouc fixé à une poulie en porcelaine par une de ses extrémités. L'autre extrémité, terminée par une boule en caoutchouc, est munie d'un anneau qui permet de la fixer à un crochet porté par la poulie.

Lorsque l'anneau est au crochet, le circuit est fermé ; pour l'ouvrir, il suffit de le décrocher et de laisser le tube suspendu librement.

La disposition intérieure de cet interrupteur est montrée par la figure 2. Les deux fils conducteurs du courant, *a* et *b*, sont enveloppés par un tube *t* en caoutchouc épais.

Les extrémités libres des conducteurs *a* et *b* sont soudées à deux tiges de cuivre *cc'* qui pénètrent à l'intérieur d'une poire en caoutchouc P contenant un peu de mercure. Les deux tiges *c* et *c'* sont soigneusement isolées l'une de l'autre par des tubes de caoutchouc *nn'*. De même l'extrémité du tube *t* ainsi que les soudures sont protégées par un autre. tube T, également en caoutchouc, qui s'attache à la base de la poire P.

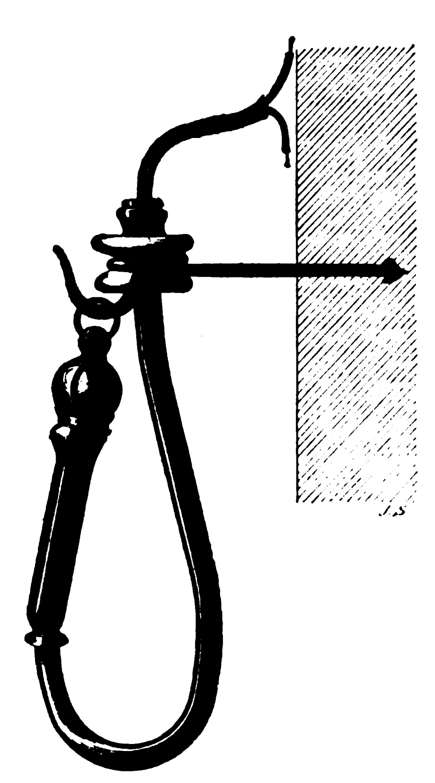


Fig. 1.

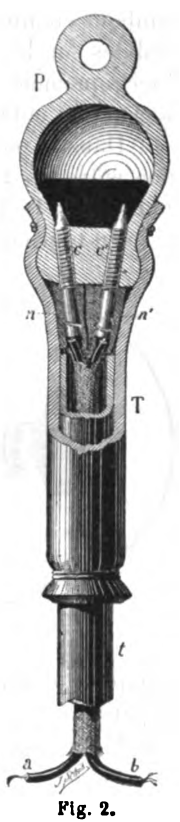


Fig. 2.

Lorsqu'on replie le tube en passant l'anneau dans le crochet, position indiquée sur la figure 1, le mercure vient à la partie inférieure de la poire et établit la communication entre les deux fils. Quand, au contraire, on décroche le tube, le mercure retombe, s'éloigne des conducteurs et la communication est interrompue.

Cet appareil très simple permet d'éviter les complications d'installation dans les locaux dangereux où les interrupteurs ordinaires doivent être placés à l'extérieur des bâtiments ou dans des endroits spéciaux.

Ce modèle d'interrupteur peut aussi être utilisé avec avantage dans les caves ou locaux humides, les pièces servant à établir les communications se trouvant complètement protégées.

Interrupteur bipolaire à rupture brusque. — Cet appareil, monté sur un socle en porcelaine, est représenté en plan sur la figure 3 et en élévation sur la figure 4.

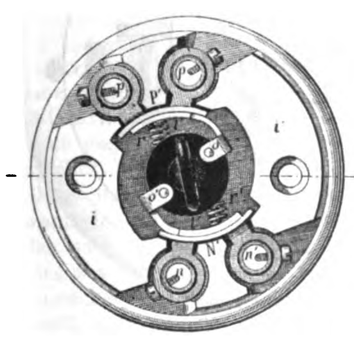


Fig. 3.

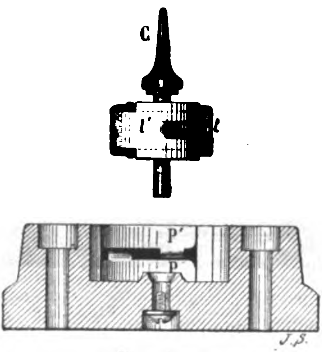


Fig. 4.

Il comporte quatre bornes disposées deux par deux. La borne *p'* reçoit le conducteur positif, par exemple, et la borne *p'* le fil positif allant aux lampes ; les bornes *n* et *n'* servent à fixer de même les conducteurs négatifs.

Chaque borne porte une lame de laiton légèrement courbée. Comme on le voit sur les figures 3 et 4, la borne *p* porte la lame P et la borne *p'* la lame P' située sur le même

plan vertical que la lame P, mais en dessus, les deux lames ne se touchant pas et étant, par conséquent, isolées l'une de l'autre. La disposition des bornes *n* et *n'* est identique.

Une clé C pouvant tourner sur son axe est placée au milieu du socle. L'axe porte un tambour en fibre vulcanisée sur lequel sont disposées deux lames courbes en laiton *ll'*, mobiles sur les pivots *oo'*. Un ressort agit sur chacune de ces lames pour les presser énergiquement soit contre les lames PP' et NN' ou contre les blocs de porcelaine *ii'*, le socle étant entaillé pour loger les différentes pièces de l'appareil.

Dans la position indiquée par la figure 3 on voit que la lame *l* établit la communication entre les lames P et P' et que la lame *l'* agit de même pour les lames N et N'. Par conséquent le circuit est fermé.

En tournant la clé de gauche à droite les lames *l* et *l'* tournent en même temps, les ressorts se bandent, et au moment ou les lames *l* et *l'* arrivent à l'extrémité des lames PP' et NN', la rupture du circuit se fait brusquement et simultanément sur les deux pôles. L'étincelle de rupture se produit sur la partie des lames PP', NN' qui n'est pas utilisée pour établir le contact; du reste, la manœuvre de l'appareil contribue à maintenir les surfaces de contact toujours très propres par suite du frottement énergique des pièces les unes sur les autres.

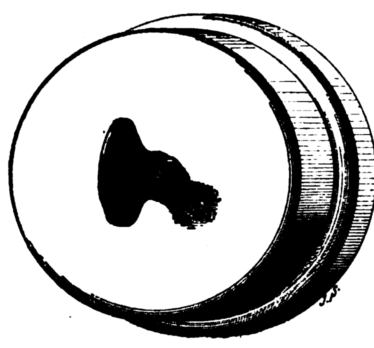


Fig. 5.

Un couvercle en laiton recouvre tout l'interrupteur et ne laisse au dehors que la clé de manœuvre. La figure 5 représente l'appareil muni de son couvercle.

Commutateur substituteur. — Ce commutateur s'emploie pour allumer ou éteindre à volonté l'une ou l'autre des deux lampes reliées à cet appareil.

Par exemple, dans une chambre à coucher, on peut en entrant allumer la lampe qui

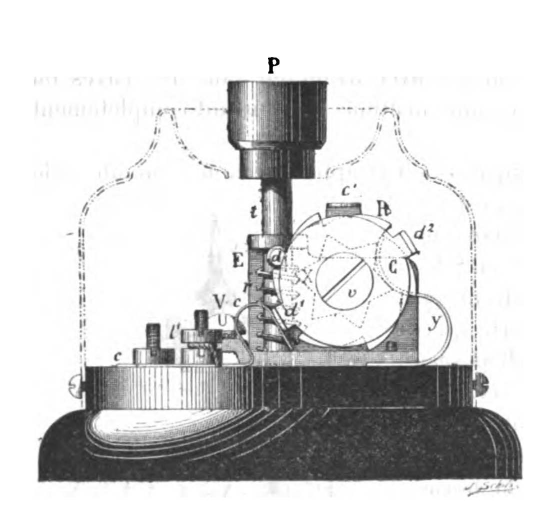


Fig. 6.

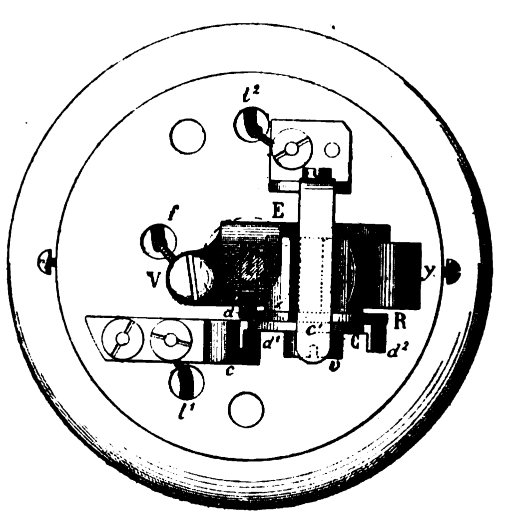


Fig. 7.

se trouve placée au milieu de la pièce et puis, en l'éteignant, allumer celle qui se trouverait au chevet du lit, et réciproquement. L'appareil permet, en outre, d'éteindre les deux lampes, mais on ne peut en avoir qu'une d'allumée en même temps.

Les figures 6 et 7 montrent, l'une l'élévation et l'autre le plan de ce commutateur.

Il se compose de trois parties :

1° Le massif, placé au milieu et où vient s'attacher, par l'intermédiaire de la vis V, le fil f de la canalisation. Une équerre en laiton E sert de guide au poussoir P dont la tige t est munie d'un doigt d destiné à agir sur la roue du rochet R ; un ressort r tend à soulever constamment le poussoir. L'équerre E sert également de support à la vis v qui sert d'axe à la roue dentée C munie de deux dents d^1 et d^2, à la roue de rochet R et à l'étoile X sur laquelle appuie un ressort y destiné à assurer sa position ;

2° D'un ressort-lame isolé c, muni d'une vis où vient s'attacher le conducteur l^1 de la lampe n° 1 ;

3° D'un second ressort-lame isolé c', monté sur une équerre en laiton et auquel est relié le conducteur l^2 de la lampe n° 2.

L'allumage des lampes se fait dès qu'une des dents d^1 ou d^2 vient au contact d'un des ressorts-lames c ou c'.

Dans la position indiquée par la figure 6, la lampe n° 1 est allumée ; la dent d^2 est alors en contact avec le ressort c. Si l'on agit une fois sur le poussoir, la roue de rochet avance d'une dent ; la roue C, qui en est solidaire, avance de la même quantité, le doigt d^2 abandonne le ressort c et la lampe n° 1 s'éteint ; en même temps, la dent d^1 vient se placer sous le ressort c' et la lampe n° 2 s'allume. Ces deux opérations étant simultanées, il n'y a pas d'extinction totale.

Si on agit alors de nouveau sur le poussoir, la dent d^1 échappe au ressort c', tandis que la dent d^2 avance, il est vrai, de la même quantité, mais se trouve encore éloignée du ressort c. Les deux lampes sont donc éteintes à ce moment. Un nouveau coup de poussoir ramènerait la dent d^2 sous le ressort c, la lampe n° 1 se rallumerait et ainsi de suite.

Le mécanisme est recouvert d'une enveloppe en laiton qui le met à l'abri de la poussière ; le socle est en ardoise et, par conséquent, incombustible.

J.-A. MONTPELLIER.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Essais industriels des fils à haut isolement

Par Carl HERING

La mesure de l'isolement d'un conducteur est une chose relativement simple ; mais les conditions dans lesquelles cette mesure doit être faite dans l'industrie créent des sujétions auxquelles il est difficile de satisfaire complètement. Dans une usine de fabrication de câbles par exemple, les mesures d'isolement ne sont pas les seules qu'on ait à faire, il faut encore procéder aux essais de capacité, de conductibilité et à la recherche des défauts. Il y a évidemment intérêt à ce que les mêmes appareils, le même agencement puissent être utilisés indifféremment pour l'un ou l'autre de ces essais avec le minimum de modifications pour passer de l'un à l'autre. On éviterait ainsi des pertes de temps considérables ; car, quoique chacun des essais soit simple, il faut, si on ne veut pas s'exposer à des erreurs qui fausseraient les résultats ou pourraient endommagr les appareils, il faut, disons-nous, procéder à tête reposée aux changements nécessaires pour passer d'un essai à l'autre, ce qui, avec les méthodes actuelles, exige un remaniement complet des connexions.

Nous avons été chargé, il y a quelques années, par une grande Compagnie de fabrication de câbles électriques, d'établir un laboratoire d'essais dans lequel les quatre essais pussent être faits aussi aisément et aussi rapidement que possible, tout en évitant ces remaniements fastidieux. La difficulté s'augmentait encore de ce qu'il s'agissait de câbles à haut isolement exigeant l'emploi d'appareils très sensibles et à haut isolement eux-mêmes, et de batteries à potentiel élevé obligeant l'opérateur à des précautions spéciales pour éviter tout contact avec le circuit, sous peine d'un choc sinon dangereux

du moins absolument désagréable. L'installation devait encore satisfaire à d'autres desiderata de plus ou moins d'importance: facilité d'étalonnage du galvanomètre pour les essais d'isolement et de capacité, mesure de protection pour garantir cet instrument de tout courant accidentel à haute tension, amortissement des déviations de l'aiguille, dispositif pour que ces déviations soient toujours de même sens, exclusion de toute chance de choc pour l'aide-opérateur au moment de la suppression des communications après l'essai, etc.

Le problème n'était donc pas des plus simples; aussi donna-t-il lieu à de longs tâtonnements, et ce ne fut qu'après essai de nombreuses combinaisons, que le système décrit ci-après et qui paraît répondre au programme indiqué fut finalement adopté. Ce système se prête aux quatre essais: résistance de l'isolant et étalonnage correspondant du galvanomètre (usuellement « détermination de la constante »); capacité et étalonnage correspondant; localisation des défauts éventuels, et enfin conductibilité du fil de cuivre employé.

Les diagrammes (fig. 1, 2, 3, 4) indiquent la disposition des connexions pour chacun de ces quatre essais. Pour l'isolement (fig. 1), la pile,

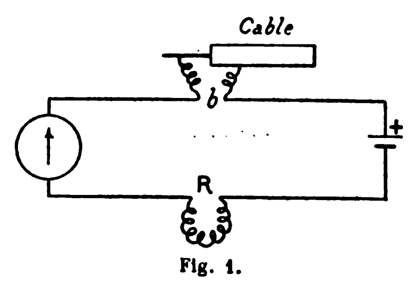


Fig. 1.

le galvanomètre, la résistance connue R (100 000 ohms) et le câble sont reliés en série. On étalonne le galvanomètre en mettant en court circuit les conducteurs auxiliaires allant au câble B; on mesure l'isolement du câble en mettant la résistance R en court circuit après avoir rétabli en *b* les communications avec le câble.

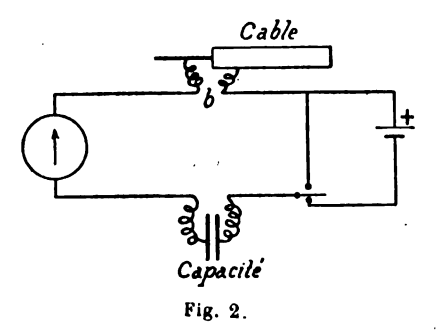


Fig. 2.

Pour les mesures de capacité, les connexions sont tout à fait similaires (fig. 2), sauf substitution d'un condensateur à la résistance et introduction d'un fil de décharge et de la clef de décharge.

La disposition est au contraire toute différente pour la détermination des défauts (fig. 3).

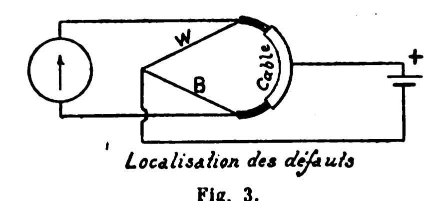


Fig. 3.

Les deux extrémités du cuivre du câble sont reliées aux extrémités d'un pont de Wheatstone WB formant ainsi avec ce pont les quatre bras d'un pont ordinaire de Wheatstone dont le défaut sur le câble — contact intérieur entre le cuivre et l'enveloppe de plomb (ou le bain d'eau) — forme l'un des terminus, avec batterie interposée comme on le voit sur la figure 3. Nous reviendrons d'ailleurs sur les détails de cet essai.

Pour les essais de conductibilité, les connexions sont celles d'un pont de Wheatstone ordinaire (fig. 4) avec résistance connue R.

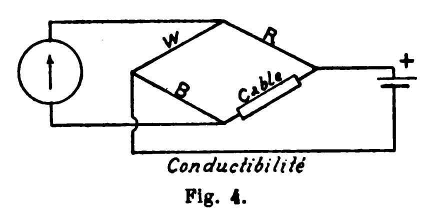


Fig. 4.

La figure 5 représente la disposition adoptée pour permettre les quatre essais. Toutes les connexions sur la table d'essais sont permanentes et aucune n'a besoin d'être modifiée pour passer d'un essai à l'autre. Pourtant il sera préférable pour les essais de capacité et d'isolement de détacher deux fils, qui ne servent d'ailleurs pas dans ces essais, afin de se mettre à l'abri des légères erreurs qui pourraient résulter soit de la capacité inductive de ces fils, soit des pertes légères qui pourraient s'y produire, soit enfin du contact possible de leur extrémité avec les murs ou le sol. A part cette petite exception, toutes les manipulations pour passer d'un genre d'essai à une autre se bornent à la boîte de résistances et toute chance d'erreur se trouve pratiquement éliminée. Le diagramme porte les noms des appareils, nous n'avons donc pas besoin de nous y arrêter; nous reviendrons cependant sur les appareils spéciaux mis en jeu après la description des méthodes d'essais. Disons tout de suite que la table d'essai est reliée à la chambre des câbles, distante d'une trentaine de mètres, par quatre conducteurs à isolement très soigné, numérotés I, II, III, IV sur la figure 5; il existe également entre les deux salles un tube

acoustique. Ce sont les conducteurs III et IV qui, dans les essais d'isolement et de capacité, doivent être isolés si l'on veut éviter les erreurs, très légères d'ailleurs, pouvant provenir de leur résistance d'isolement et de leur capacité.

Passons maintenant aux méthodes d'essais.

Essais d'isolement. — Pour déterminer la constante du galvanomètre, on enfonce les chevilles *a* et *b* de la boîte de résistances, toutes les autres étant enlevées, mettant ainsi hors circuit le câble et le condensateur. On agit sur le commutateur de manière à mettre la batterie de 10 éléments dans le circuit et l'on ferme celui-ci en abaissant la clef de décharge. La clef du galvanomètre sert simplement à mettre cet appareil en dérivation, de manière à le maintenir au

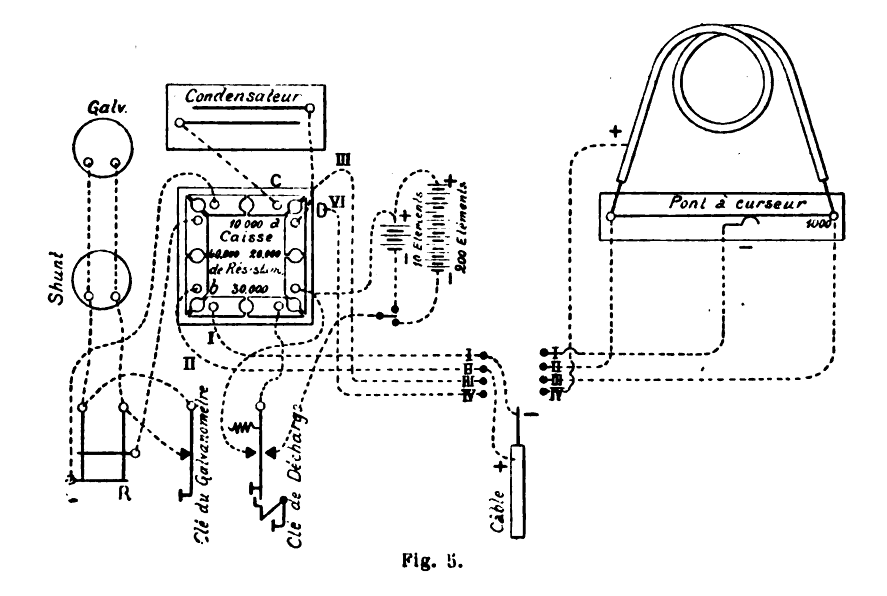


Fig. 5.

zéro quand il ne sert pas et à le protéger contre un courant trop intense accidentel, tout en permettant, par une manipulation convenable, d'amortir les oscillations de l'aiguille. On a soin, au début de chaque essai, de placer la clef d'inversion de telle sorte que la déviation de l'aiguille se produise toujours dans le même sens. La constante est donc obtenue avec la pile de 10 éléments, 100 000 ohms et la dérivation de résistance minima.

Pour mesurer l'isolement du câble, on enlève la cheville *b* et on déplace le commutateur de manière à mettre en jeu la pile de 200 éléments ; puis on opère comme précédemment. On note le moment de la fermeture du circuit, afin de faire les lectures au bout d'une minute ou de tout autre intervalle de temps déterminé. Comme on peut avoir affaire à un câble défectueux, il vaut mieux faire l'essai en se servant d'abord de la pile de 10 éléments et en laissant 100 000 ohms dans le circuit. Si le câble est bon il n'y aura pas de déviation appréciable ; mais, s'il est mauvais, il s'en produira une qui pourtant n'excédera jamais celle obtenue lors de la détermination de la constante du galvanomètre. En procédant ainsi on évite des accidents au galvanomètre au cas où le câble essayé serait mauvais; on détermine en même temps l'importance du défaut. Du reste, si le câble est bon, on n'a qu'à supprimer les shunts et à enlever la résistance de 100 000 ohms, ce qui ne prend que quelques secondes. L'essai terminé, on abandonne la clé du galvanomètre et celle de décharge. Le câble se décharge et l'aide qui se trouve dans la chambre des câbles n'est pas exposé, quand il enlève la communication à un choc très violent. On aura soin de relier le conducteur n° II à la surface extérieure du câble, car ce conducteur représente le pôle positif qui, dans les essais, doit toujours être le pôle à la terre. On aura soin également de ne toucher aucune partie métallique de la clef de décharge, car il en résulterait un choc violent si, comme c'est le cas général, l'observateur était en communication avec la terre.

On remarquera que le galvanomètre, ses accessoires et sa clé (qui n'est touchée que pour la lecture de la déviation) sont tous sur le côté terre du circuit de sorte qu'il n'y a pas de tendance à des pertes par leur intermédiaire ou par celui de l'opérateur. Si on les plaçait sur l'autre côté du circuit, les pertes avec une pile à haute tension (400 volts) et des câbles à isolement de plus de 100 000 mégohms seraient plus grandes à travers ces appareils qu'à travers le câble. De grandes difficultés ont été rencontrées au début à cet égard ; mais elles ont été surmontées complètement grâce au dispositif ci-dessus. Il est néces-

saire toutefois que la pile soit bien isolée du sol, ce qu'il est très facile d'obtenir en la plaçant sur des supports en caoutchouc ou en suspendant au plafond par des cordages huilés la tablette qui la supporte.

La clé du galvanomètre protège cet instrument contre le premier flux que reçoit le câble et qui pourrait donner lieu à des oscillations violentes de l'aiguille ne permettant pas la lecture au bout du laps de temps choisi. Si l'on se sert d'une échelle allemande, dont le zéro est placé à une extrémité au lieu d'être au milieu comme dans les échelles anglaises, les déviations seront lues vers le haut et les soustractions deviendront plus faciles. De même on amènera (en déplaçant l'échelle) le zéro à correspondre à un nombre simple, 10 ou 20 par exemple.

Comme l'isolement est mesuré sans shunt et avec la grande pile et que la constante est mesurée, ainsi qu'il a été dit, avec le shunt de 1/1000, la constante (c'est-à-dire la déviation par mégohm sans shunt et avec toute la pile) sera égale à à la déviation $\times$ 1 000 $\times$ le rapport des piles (ici 20) : 10. Le quotient de cette constante par la déviation obtenue avec le câble donnera l'isolement en mégohms qu'il faudra multiplier par la longueur de la bobine en pieds et diviser par 5 280 pour avoir l'isolement en méghoms par mille[1].

Essais de capacité. — Pour déterminer la constante on enlève la cheville *a* et on enfonce *b*, afin de mettre le câble hors circuit, puis on introduit la résistance de 100 000 ohms. On se servira de la pile de 10 éléments et on disposera la clé d'inversion L R de manière que le courant soit de direction opposée à celle qu'il suivait dans l'essai de l'isolement.

Le condensateur sera chargé en abaissant la clé de décharge et, après le temps convenable pour la charge, on abaissera la clé du galvanomètre, pour abandonner enfin la clé de décharge quand on sera prêt à lire la déviation.

Pour mesurer la capacité du câble, on enlèvera la cheville *b* et on enfoncera *a*; après quoi on procèdera comme il vient d'être dit en se servant d'un shunt différent si cela est nécessaire. S'il y a chance que le câble soit mauvais, il vaudra mieux agir avec prudence et déboucher la résistance de 100 000 ohms avant de fermer le circuit. Si, quelques secondes après la fermeture du circuit, il n'y a pas de déviation appréciable au galvanomètre, après abaissement de la clé de cet appareil, c'est que le câble n'est pas mauvais et on pourra supprimer la résistance de 100 000 ohms en attendant que la charge du câble soit complète. Il n'y a pas de moyen pratique d'arrêter les oscillations de l'aiguille après lecture de la déviation, aussi sera-t-il préférable de ne faire cet essai qu'après celui de l'isolement pour que l'aiguille ait le temps de s'arrêter pendant que l'aide prépare un autre câble. La clé du galvanomètre étant alors fermée, il y aura un court circuit qui agira dans une certaine mesure pour amortir les oscillations.

On remarquera que la clé du galvanomètre joue un rôle important dans cet essai; elle empêche la *charge* de faire dévier l'aiguille et permet de tenir celle-ci au repos toute prête pour la déviation de décharge. La clef de décharge de son côté évite toute perte de temps entre la mise hors circuit de la pile et la décharge. Il est bon d'avoir pour cet essai un condensateur gradué en dixièmes de microfarad et de déboucher pour la détermination de la constante, une capacité telle que, par simple changement de shunt, la déviation pour le câble soit à peu près la même que celle pour la constante, de manière à permettre l'emploi de la même pile pour les deux. Pour cela, il faut naturellement connaître la capacité approximative du câble avant de déterminer la constante; on mesurera donc le câble avant de déterminer la constante.

Si la constante est déterminée pour un dixième de microfarad, la capacité du câble en microfarads (si elle est mesurée avec la même pile) sera égale au quotient de la déviation par la constante multipliée par 0,1 microfarad avec correction convenable si on s'est servi d'un shunt différent.

Pour la commodité des calculs, on calculera tout d'abord la réciproque de la constante et on s'en servira comme multiplicateur au lieu d'avoir à diviser. Pour obtenir la capacité par mille, on multipliera la capacité ainsi déterminée par 5 280 et on divisera par la longueur de la bobine en pieds; ou bien, si on connaît la longueur du câble, on divisera la capacité par cette longueur. Si on s'est servi de piles différentes pour le câble et pour la constante, il faudra naturellement faire la correction nécessaire; mais il vaudra mieux éviter cette correction en se servant, comme il a été dit, de la même pile pour les deux opérations.

Défauts. — Les seuls changements à faire sur la table d'essais sont l'enlèvement des chevilles *a* et *b*, la mise dans le circuit de toutes les résistances et le rattachement des conducteurs III et IV en *c* et *d*, comme le condensateur. Celui-ci pourra être laissé, mais il faudra alors enlever toutes les chevilles et ne pas le mettre à la terre. Dans la chambre des câbles, les extrémités de la bobine de câble seront rattachées à celles d'un pont comme on le voit (fig. 5). Ces connexions seront directes, de préférence à l'emploi de conducteurs même courts, à moins que les joints ne soient tout à fait parfaits. Les condcteurs à fil fin I, II, III et IV seront reliés au câble et au pont, comme le montre la figure, leur résistance et celle de leurs joints n'ayant aucune importance. On aura soin d'avoir le pôle positif à la terre en

[1] Pour avoir l'isolement en méghoms par kilomètre il faudra multiplier l'isolement total par la longueur en mètres de la bobine et diviser par 1 000.

se servant du conducteur IV comme fil de terre.

L'ensemble ainsi formé constitue un pont de Wheatstone dont le défaut à localiser forme le quatrième contact, les quatre conducteurs étant de simples connexions avec la batterie et le galvanomètre dans la chambre d'essais.

On abaissera alors la clé de décharge, puis celle du galvanomètre et, s'il n'y a pas de déviation, on déplacera le curseur du pont à droite ou à gauche jusqu'à ce qu'il s'en produise une. La lecture faite sur le pont et la longeur du câble permettront de localiser le défaut. Il devra, bien entendu, exister des moyens de communication entre l'opérateur et son aide.

Les détails ci-après méritent encore d'être signalés : pour une faible résistance ou un défaut léger on se servira d'une pile à basse résistance capable de donner un courant un peu plus intense que celui fourni par les piles employées pour les essais d'isolement. La clé de décharge ne sera abaissée que pendant le temps nécessaire pour la lecture du galvanomètre, autrement la pile pourrait se décharger ou se polariser car la résistance extérieure est très faible. La clé d'inversion sera placée de manière que la déviation du côté accroissement signifie qu'il faut déplacer le curseur du pont pour augmenter la lecture, et *vice versa*. Le pont sera divisé en 1 000 parties (je me suis servi d'un pont d'un mètre divisé en millimètres) ; sa résistance devra être égale à peu près à celle du câble moyen à essayer; on aura ainsi de meilleurs résultats. Le curseur sera disposé de telle sorte que le contact doive être soulevé avant tout déplacement longitudinal; on évitera ainsi tout dommage au fil en se servant du pont. Enfin les choses seront disposées pour que le circuit soit rompu sur un autre point avant qu'on ne soulève le curseur, afin d'éviter des étincelles (qui pourraient être très fortes) sur le fil de résistance et de protéger celui-ci.

Pour la commodité des calculs, l'extrémité extérieure de la bobine sera reliée à l'extrémité zéro du fil de résistance, et l'autre bout à l'extrémité 1 000 ; le nombre obtenu donnera alors directement la longueur de câble qui doit être déroulée pour arriver au défaut. Cette longueur sera évidemment égale à la longueur du câble multipliée par la lecture du pont en millimètres et divisée par 1 000, puisque les distances du défaut aux deux extrémités sont proportionnelles aux distances du contact mobile du pont aux deux extrémités de celui-ci. Des défauts ont été ainsi localisées à quelques pieds près sur des câbles de fil n° 4 de plus de 800 mètres de long. La méthode fournit donc d'excellents résultats. La seule difficulté rencontrée a trait à la localisation de défauts de haute résistance ; il faut alors relier le câble au pôle négatif d'une dynamo ou d'une pile dont le pôle positif soit relié à l'extérieur et maintenir ces connexions jusqu'à ce que le défaut soit devenu plus grand et puisse dès lors être localisé; comme les câbles défectueux sont l'exception, il n'en résulte pas un bien gros surcroît de travail, On aurait peut-être de meilleurs résultats en reliant les conducteurs de la pile au galvanomètre et *vice versa*, mais il faut alors que la pile soit très bien isolée. Dans ce cas il n'est pas nécessaire que la pile soit à un voltage plus élevé que pour les défauts très accentués puisque le courant principal n'a pas à traverser le défaut même.

Essais de conductibilité. — La disposition reste la même que pour l'essai précédent; mais le câble est relié en série avec une résistance connue R (fig. 4); leur réunion remplace le défaut et le tout est mis en communication par conséquent avec l'extrémité du conducteur IV. On choisira une résistance de cuivre pour n'avoir pas à tenir compte de la température ; cette résistance devra en outre être à peu près égale à celle du câble moyen à mesurer pour que l'essai se fasse dans les meilleures conditions. Elle ne devra pas non plus être en fil trop fin si l'on doit se servir de courants un peu intenses; le mieux serait que la grosseur du fil se rapprochât autant que possible de celle du câble. L'essai est conduit comme les précédents et la lecture sur le pont donne la proportion entre la résistance étalon et le câble et par suite la résistance de ce dernier. On en déduit facilement sa conductibilité.

Appareils spéciaux. — La pile est le seul appareil spécial dont on ait à se servir, en outre du pont déjà décrit plus haut. Elle consiste en 200 accumulateurs Planté donnant environ 400 volts. Les éléments sont formés de petits tubes ou flacons en verre, disposés en vingt rangées de dix éléments chacune, et dont les extrémités sont reliées à un commutateur cylindrique de la forme bien connue indiquée par Planté, permettant par un simple demi-tour de relier les éléments entre eux soit en série, soit 10 en séries et 20 en quantité. Les plaques sont formées d'un fil de plomb courbé en forme de U renversé et dont les branches plongent dans deux vases consécutifs. On peut les isoler dans ces tubes en remplissant ceux-ci avec du gros sable bien lavé. On charge les éléments en tournant le commutateur de manière à les coupler en quantité par séries de 10 et en les reliant la veille avec une batterie de 20 à 25 éléments Leclanché ; quand on peut disposer d'une force motrice, il est préférable de se servir d'un petit moteur à enroulement en dérivation comme on en trouve dans le commerce. La résistance de la batterie est très faible et peut être négligée. Il est important toutefois de faire attention de ne pas toucher le circuit quand tous les éléments sont en série parce qu'on recevrait un choc violent ; il faut aussi éviter tout court circuit accidentel de la batterie qui se trouverait ainsi dé-

chargée. Cette batterie peut être placée auprès de l'opérateur car elle n'occupe qu'un petit espace (0,18m²) ; on l'isolera en la plaçant sur quatre appuis formés de tiges de caoutchouc durci de 0,075 m à 0,10m de longueur. Quand l'installation est bonne, la force électromotrice des 200 éléments peut être prise comme exactement égale à 20 fois celle des 20 groupes en quantité, de sorte qu'on n'a pas besoin de déterminer cette proportion par essai direct.

Le galvanomètre est réglé de manière à donner une déviation complète pour l'étalonnage avec 100 000 ohms et 10 éléments. Les résistances moyennes à mesurer ont varié entre 20 000 et 30 000 mégohms ; dans un cas pourtant on a rencontré une résistance de 108 000 mégohms. Les déviations étaient lues sur l'échelle avec une lunette. Le galvanomètre, du type Thomson à double enroulement, construit par Carpentier, de Paris, était à une distance d'environ 1,80 m de l'échelle, c'est-à-dire au double à peu près de la distance ordinaire. Pour éviter que l'appareil soit dérangé par les trépidations continuelles du sol, il avait été placé sur une lourde plaque de marbre de 0,10 m d'épaisseur suspendue par trois fils. On évite ainsi les vibrations, mais il faut avoir soin de ne pas toucher le galvanomètre car il se mettrait à osciller durant plusieurs heures. L'interposition d'une petite bourre de papier mou ou de coton entre la plaque de marbre et le mur, de manière à déterminer un certain frottement sans transmettre les vibrations, assurera encore le repos de la plaque.

Il a été constaté qu'avec des voltages aussi élevés et un galvanomètre aussi délicat, il paraît se produire une sorte de charge statique de l'aiguille et de son amortisseur en mica, ayant pour effet de déterminer des mouvements désordonnés et violents de l'aiguille qui rendent difficile l'usage de l'appareil. Cet effet se produit même lorsqu'on ne relie l'instrument qu'à un seul pôle de la batterie. Après maintes tentatives infructueuses, on est arrivé à écarter cet inconvénient d'une façon complète, en reliant le circuit du galvanomètre au cadre même de l'appareil. Mais il faut que le galvanomètre soit isolé, ce qu'on obtient en le plaçant sur des supports en caoutchouc comme les autres appareils. Moyennant toutes ces précautions, les résultats obtenus sont toujours des plus satisfaisants.

Ajoutons en terminant que, bien que l'essai d'isolement décrit ci-dessus soit généralement employé et qu'il soit suffisant dans la plupart des cas, il ne faut pas oublier qu'il ne prouve nullement qu'un câble à enveloppe de plomb soit bon. Supposons en effet que l'isolant n'existe pas même sur une cinquantaine de centimètres, il pourra arriver que le cuivre ne touche pas le plomb-enveloppe et que le câble supporte brillamment l'essai tout en étant défectueux de la pire façon. Pour découvrir les défauts de ce genre, il faudra se servir soit d'une machine à influence, soit d'une bobine de Ruhmkorff donnant une étincelle de 0,025 m environ, qui indiqueront s'il y a défaut ou non, mais ne mesureront pas la résistance.

(*The Electrical World.*)

L. F.

L'introduction de médicaments dans le corps humain par l'électricité

Par Friederick Peterson

Ce n'est pas sans hésitation que j'aborde devant vous ce sujet de l'action cataphorétique de l'électricité. J'ai déjà écrit tout ce que je savais à cet égard et de plus je commence à passer, ainsi que quelques bons amis, pour un chevalier de l'idée fixe. Aussi, pour me mettre tout de suite à l'abri de cette désignation ou de toute autre aussi peu agréable, je déclare d'ores et déjà qu'il n'est nullement question d'une panacée universelle et que le mode d'absorption des médicaments que je préconise ne s'applique que dans des conditions déterminées.

Les premières recherches sur l'action de l'électricité pour faire pénétrer les médicaments à travers la peau humaine furent faites en 1859 par Richardson avec la morphine, l'aconitine et le chloroforme, mais le sujet fut laissé de côté et on ne retrouve rien à cet égard jusqu'en 1886, époque à laquelle la question fut reprise par Wagner, Adamkievicz, Lumbroso, Matteini et autres, avec le chloroforme.

Des expériences ont été également faites dernièrement par Corning et Reynolds avec des solutions de cocaïne à l'anode.

Mes propres recherches remontent à 1888 et les résultats en ont été publiés au fur et à mesure (Cataphorèse électrique comme agent thérapeutique, *New-York Medical Journal*, 27 avril 1889. — Note sur un nouveau système de dosage exact dans l'usage cataphorétique des médicaments. *New-York Medical Journal*, 15 novembre 1890. — Études complémentaires sur l'emploi thérapeutique de la diffusion anodale, *New-York Medical Record*, 31 janvier 1891). Les médicaments dont je me suis servi sont la cocaïne, le chloroforme, le menthol, l'aconitine, l'acide phénique, la strychnine, le sublimé corrosif, l'iode, l'iodure de potassium, l'ellébore les citrate, benzoate et chlorate de lithium, etc. Depuis des expériences nouvelles que vous connaissez sans doute ont été faites par Cagney de Londres, Gaertner de Vienne et Edison dans ce pays.

Lors de ma première communication devant l'Académie de médecine de New-York, le pouvoir cataphorétique du courant galvanique rencontra beaucoup d'incrédules. Mais les progrès accomplis depuis cette époque ne permettent pas de douter plus longtemps de la diffusion des médi-

caments en dissolution, à travers la peau et dans les tissus sous-cutanés, par une anode galvanique. Il ne reste plus qu'à établir la valeur thérapeutique de la méthode et à savoir à quelles maladies elle peut être appliquée avec avantage.

L'une des critiques les plus sérieuses était celle portant sur l'impossibilité d'un dosage exact des médicaments ainsi introduits dans le corps humain ; mais cette critique a perdu tout fondement depuis que, tout récemment, il est devenu possible d'établir ces dosages d'une façon sûre.

Nombre d'électrodes ont été imaginées pour la cataphorèse électrique, quelques-unes assez compliquées telle que celle de Adamkievicz, de Munk et la mienne. Mais elles ne sont plus nécessaires. L'électrode cataphorétique peut être très simple : en métal ordinaire avec ou sans enveloppe de drap ou d'éponge. Les électrodes en étain sont les moins chères et il est facile de les débarrasser de l'oxyde qui se forme. L'or et le platine vaudraient mieux, mais sont très coûteux. Les électrodes spongieuses ordinaires peuvent être employées avec les solutions telles que celles de lithium, d'iodure de potassium ou autres analogues pour lesquelles le dosage n'a pas besoin d'être rigoureux ; il est préférable de se servir d'électrodes pleines pour l'administration de médicaments qui demandent plus d'attention comme la cocaïne, l'aconitine, la strychnine et l'ellébore. Un petit bourrelet en caoutchouc au pourtour de la surface métallique est nécessaire pour éviter l'évaporation. On peut découper un morceau d'étoffe de coton, de tissu ou de papier buvard s'ajustant sur la surface métallique et sur lequel sera versée la quantité voulue du médicament. Le petit disque ainsi interposé s'applique sur la peau et la préserve des brûlures.

Il est souvent utile de faire subir à la peau un traitement préparatoire qui consiste à la frotter avec de l'éther de manière à dissoudre et enlever les globules huileux. L'anode étant appliquée avec le médicament, la cathode sera placée n'importe où sur le corps et on fera passer un courant aussi intense que pourra le supporter le malade, car l'effet est d'autant plus rapide que le courant est plus énergique.

On a souvent à agir sur des surfaces plus grandes que celles correspondant à ces simples électrodes ordinaires. Si, par exemple, on voulait introduire une solution de lithium dans une articulation de l'importance de celle du genou, on prendrait une bande de zinc suffisamment grande recouverte de drap ou d'éponge, saturée de solution, que l'on relierait au rhéophore anodal. Pour la diffusion d'une solution à travers tout le corps, on pourra se servir d'une baignoire ordinaire que l'on convertira en anode en plaçant au fond une grande feuille de zinc reliée à un fil de cuivre isolé. Cette feuille est recouverte d'une planche pour éviter le contact direct avec le corps. Le malade n'a plus, étant dans le bain, qu'à saisir la cathode pour que le circuit soit fermé.

Tels sont rapidement énumérés les procédés en usage ; il est clair que tout médicament soluble peut être administré de la sorte. Pour les médicaments poisons qui exigent un dosage rigoureux, on se sert de dissolutions dans l'éther (cocaïne, 10 à 20 0/0 ; ellébore, 1 0/0) ou bien de disques de papier à filtre imprégnés des solutions, puis séchés, et contenant une quantité connue du médicament.

En ce qui concerne maintenant les avantages thérapeutiques de la diffusion anodale, cette méthode semble évidemment s'appliquer surtout aux maladies de la peau et des membranes muqueuses ou des tissus immédiatement sous-jacents ; il y a là un champ vaste d'applications. Les dermatologistes ont déjà porté leur attention sur la méthode, il n'y a pas le moindre doute pour moi qu'il n'en soit de même bientôt pour les laryngistes et les gynécologistes qui ont aussi affaire à des muqueuses. Les chirurgiens s'en sont servis fréquemment et avec succès pour déterminer des anesthésies locales pour les petites opérations, et les médecins ne peuvent refuser leur attention à l'usage des bains électriques, indiqués par Edison, dans le cas d'affections du genre de la goutte et des rhumatismes.

J'ai moi-même étudié l'action de la cataphorèse électrique dans les affections névralgiques et j'ai obtenu des résultats excellents dans le traitement de la névralgie sus-orbitaire avec des solutions de cocaïne de 10 à 20 0/0. Mais la méthode n'a pas d'action sur les douleurs névralgiques qui tirent leur origine de lésions éloignées du point auquel est appliquée l'électrode, comme par exemple dans le cas d'altération du ganglion de Gasserian ou des névralgies idiopathiques d'origine centrale ; aussi la cataphorèse de la cocaïne fournit-elle un diagnostic excellent. Le mal est-il enlevé par le traitement, c'est que la lésion existe dans le voisinage de la surface qui reçoit l'anode et qu'il y a probablement possibilité d'assurer la guérison permanente en pratiquant la névrotomie.

La cocaïne employée ainsi ne donne pas la guérison complète des névralgies d'origine périphérale ; tout ce qu'on peut dire, c'est qu'elle procure un soulagement sans produire d'effets fâcheux sur l'organisme, ce qui doit lui assurer la préférence sur tout autre narcotique administré par absorption interne ou sur toute autre application locale.

Les autres anesthésiques locaux sont le chloroforme, l'aconitine, la strophantine (d'Arnaud), l'ellébore, l'acide phénique. Le chloroforme détermine des dermatoses et ne doit être employé que quand on désire produire une contre-irritation avec anesthésie transitoire. Je l'ai employé avec succès dans un cas de névralgie cérébrale. Je me suis aussi servi heureusement de l'ellé-

bore et de l'aconitine, mais cette dernière donne lieu à des cuissons et brûlures douloureuses, à moins d'être combinée avec une solution de cocaïne.

Mes expériences ont surtout porté sur les névralgies des nerfs superficiels, mais j'ai eu quelques occasions d'appliquer la méthode à d'autres maladies nerveuses. C'est ainsi que j'ai obtenu une grande amélioration de deux tics convulsifs par l'emploi de cocaïne et d'ellébore avec l'anode. De même dans un cas de blépharospasme, l'application cataphorétique de la cocaïne, pratiquée près de l'angle extérieur de l'œil, a produit une diminution marquée dans l'étendue et la fréquence du mouvement. Je suis persuadé pourtant que les résultats eussent été meilleurs encore si nous disposions de médicaments agissant sur les nerfs moteurs comme les anesthésiques agissent sur les nerfs sensitifs. L'atropine et la curarine ne me paraissent pas répondre au but à atteindre.

Il ne saurait y avoir aucun doute sur ce que les effets du courant galvanique sur la nutrition sont en partie dus au transport cataphorétique des mollécules du protoplasma et des liquides cellulaires d'une cellule à l'autre, ou d'une cellule à un vaisseau capillaire par la voie d'un courant anodal, et, puisque la diffusion est d'autant plus complète et plus rapide que le courant employé est plus énergique, nous devrons employer des courants d'autant de milliampères que possible dans nos galvanisations des extrémités atrophiées et paralysées dans le cas de maladies de la moelle épinière et de névralgies chroniques. Il semble d'ailleurs qu'il y aurait avantage à combiner, avec l'application de l'anode au membre atrophié, l'usage d'émollients nutritifs comme cela se pratique de temps immémorial dans le massage (*The Aliptic art* par Friederick Peterson, M. D., Philadelphie ; *Medical News*, 11 août 1883).

Pour terminer, laissez-moi vous dire que si, le courant constant a fait ses preuves en médecine comme stimulant des nerfs et des muscles, comme cautérisateur, etc., nous ne devons pas non plus négliger ses propriétés cataphorétiques qui permettent d'introduire dans les tissus et dans les liquides du corps des agents propres à améliorer leur condition, à produire l'anesthésie, à réduire la douleur, à détruire les germes, modifier les processus morbides et former des combinaisons chimiques solubles avec les substances vénéneuses qui se rencontrent fréquemment dans l'organisme.

(*Philadelphia Electrotherapeutic Society.*)

L. F.

CHRONIQUE

Questions mises au concours par la Société industrielle d'Amiens — La Société industrielle d'Amiens met au concours pour l'année 1891-1892 un certain nombre de questions pour lesquelles seront décernés des prix consistant en sommes d'argent, médailles d'or et médailles d'argent. Les médailles pourront être converties en espèces.

Parmi les questions mises au concours figurent :

6e Question. — *Une Médaille d'or* pour la meilleure installation d'éclairage électrique fonctionnant depuis un an au moins dans un établissement industriel. Cette installation devra être plus économique que le gaz.

Nota : On prendra pour point de comparaison le prix de revient dans un établissement industriel de 300 à 500 becs, fabriquant lui-même son gaz.

23e Question. — *Une Médaille d'or* pour une application chimique de l'électricité dans la région.

Pour les conditions générales du concours et les détails du programme on peut s'adresser au président de la Société industrielle d'Amiens, rue de Noyon, 29, à Amiens, à qui les manuscrits et machines envoyés par les concurrents devront parvenir avant le 30 avril 1892, terme de rigueur.

Jugement intéressant en matière de contrefaçon de brevet d'invention. — On se rappelle encore les protestations soulevées dans le monde des chambres de commerce par l'art. 5 de la convention internationale du 20 mars 1883 pour la protection de la propriété industrielle, lequel relève les brevetés de la déchéance encourue, aux termes de l'article 32 de la loi du 5 mai 1844, au cas d'importation sur le territoire d'objets similaires à ceux décrits au brevet. Sur ce point qui se rattache à la défense du travail national bien qu'étranger à la question du tarif des douanes, les chambres de commerce libre-échangistes avaient joint leurs réclamations à celles des chambres protectionnistes.

L'article 32 de la loi de 1844 était-il abrogé par l'article 5 de la Convention? En un mot, une convention internationale conclue par le pouvoir exécutif a-t-elle le pouvoir d'abroger une loi ? En Angleterre et aux États-Unis, les tribunaux avaient admis la négative. Mais en France, où on est féru des principes, on pouvait ergoter là-

dessus jusqu'à ce que la jurisprudence soit intervenue. Or un jugement tout récent rendu par la onzième chambre du tribunal correctionnel de la Seine vient de décider que la convention de 1883 est devenue une loi d'État et qu'en conséquence elle abroge l article 32 de la loi de 1884 pour les sujets ou citoyens de l'Union.

Ce jugement, relaté par la *Gazette des Tribunaux* du dimanche 26 juillet, a, en outre, fait droit aux conclusions développées par l'avocat des prévenus, Me Louis Donzel, sur un point extrêmement important relatif au droit de priorité de six mois accordé aux inventeurs de l'Union pour la prise de leur brevet. Le tribunal a décidé que ce droit de priorité mettait les inventeurs étrangers à l'abri des causes de nullité provenant de divulgation ou exploitation par les tiers dans ce délai, mais non par les inventeurs eux-mêmes. En conséquence, un brevet d'invention pris en France par un citoyen des Etats-Unis, dans les délais de la convention, est nul en cas de divulgation ou d'exploitation antérieure par le breveté lui-même.

Il est à remarquer qu'un grand nombre d'inventions, importées en France des Etats-Unis, sont brevetées à Paris après avoir été essayées au pays d'origine. C'est là une cause de nullité prévue par la loi de 1844 et que la convention a maintenue d'après le jugement de la onzième chambre, qui, d'ailleurs, a été frappé d'appel.

La cour aura à apprécier un moyen de droit que le tribunal n'a pas examiné et qui peut avoir également une grande influence sur les transactions franco-américaines. C'est celui-ci : La loi des Etats-Unis accorde, après examen préalable, la patente à celui qui a fait enregistrer sa demande au *Patent Office* ou au *concessionnaire dont il a officiellement notifié le nom.* Il arrive souvent que c'est ce concessionnaire qui vient lui-même demander en son nom un brevet en France. Or, la loi française semble n'admettre de brevet valable que celui demandé par l'inventeur lui-même. Si c'est le cessionnaire de la patente américaine qui s'est fait breveter en prenant la fausse qualité d'inventeur, ce brevet est-il nul nonobstant la cession qui lui a été faite par l'inventeur vrai de tous ses droits?

De l'arrêt de la Cour dépendra la validité ou la nullité d'un grand nombre de brevets pris en France par des citoyens des Etats-Unis non inventeurs mais acheteurs de l'invention dans l'intervalle entre l'enregistrement et la concession de la patente par le Patent-Office de Washington.

Le jugement de la onzième chambre, qui a fait une application du nouveau régime international de la propriété industrielle, suggère au *Travail national* les réflexions suivantes qui méritent d'être reproduites :

« La question de la convention internationale pour la propriété industrielle vient d'être portée pour la première fois à notre connaissance, devant les tribunaux. Un prévenu de contrefaçon de brevet a été acquitté, sur la plaidoirie de Me Louis Donzel, par un jugement du tribunal correctionnel de la Seine, décidant que la convention de 1883, *étant loi d'État*, s'applique aux étrangers de l'Union de préférence à la loi sur les brevets, chaque fois qu'il y aura contradiction entre la loi et la convention.

« La loi interdit l'introduction, sous peine de déchéance du brevet, d'objets similaires à ceux brevetés (art. 32 de la loi de 1844).

« L'article 5 de la convention supprime la déchéance. Donc les étrangers de l'Union brevetés en France pourront désormais importer les objets brevetés sans encourir la déchéance.

« Comme une convention internationale ne peut être efficace que dans l'ordre d'idées international, elle ne peut être invoquee en France par des Français.

« Ainsi le même procès en contrefaçon qui serait gagné par un inventeur étranger ayant importé et pouvant, en vertu de la convention, échapper à la déchéance du brevet, serait perdu par un Français, qui ne pourrait invoquer *en France* l'article 5 de la convention.

« Ce jugement prouve, une fois de plus, la nécessité de porter la lumière sur cette question de la convention internationale et de tenir compte des justes réclamations des chambres de commerce.

Isolants pour câbles électriques. — Un nouvel isolant composé de déchets de cuirs réduits en poudre impalpable, puis agglomérés à l'aide de produits spéciaux et soumis à une pression considérable est fabriqué par M. Legrand. Le cuir ainsi traité ne serait plus spongieux et posséderait une imperméabilité absolue lui donnant un pouvoir isolant d'environ 1 000 mégohms.

Ce produit, d'après les essais faits, serait en outre incombustible et résisterait aux plus grandes intensités que puissent écouler les fils sans se fondre ni brûler.

Adjudication de câbles sous-marins. — Il a été procédé le 27 août dernier, rue de Grenelle, 103, à Paris, à l'adjudication publique, en deux lots, de l'entreprise de la fourniture et de la pose de deux câbles sous-marins devant relier l'un Marseille à Oran, l'autre Marseille à Tunis.

Le premier lot (câble de Marseille à Oran) a été adjugé à la Société générale des Téléphones pour la somme de fr 2 471 525

Le second lot (Marseille à Tunis) est échu à M. Grammont, à Pont-de-Chérui (Isère) pour la somme de fr. 2 650 000

Cette adjudication, que nous avions annoncée, est la conséquence des votes récemment émis par la Chambre des Députés et que nous avons rapportés dans nos 28 du 11 juillet et 31 du 1er août dernier.

BIBLIOGRAPHIE

Le télégraphe phonophore duplex de C. Langdon-Davies. — Instructions pour l'installation du télégraphe phonopore simplex pour produire, conjointement avec un télegraphe ordinaire, un service phonopore duplex.

Brochure in-4° de 26 pages, texte en français et en anglais sur deux colonnes, avec nombreuses figures représentant les appareils, les circuits et les communications. Prix : 2 fr. 50. (*Londres, The Phonopore Syndicate limited. Blemfield-House, E. C.*)

M. Langdon-Davies a déjà publié. en ce qui concerne son phonopore simplex, une brochure dont celle-ci est la suite. Nous possédons donc aujourd'hui des documents complets, qui permettent aux intéressés d'être entièrement renseignés sur le système.

Voici le contenu de ce nouveau fascicule : *Introduction. — Transmetteur, type A. — Formateur de signaux, type B. — Installation de la table d'opération. — Exemple d'une installation. — La ligne. — Formateur de signaux, type A. — Notes. — Accessoires.*

Cette brochure est rédigée avec une clarté qui est aussi parfaite que le système est ingénieusement combiné. Elle sera lue avec plaisir non seulement par les télégraphistes de profession, mais aussi par toutes les personnes qui sont désireuses de se mettre au courant des applications nouvelles et curieuses de l'électricité.

Catalogue des instruments et appareils électrotechniques de Hartmann et Braun. — Fabrique électrotechnique à Bockemheim. — *Francfort-sur-Mein*, 1891.

Ce nouveau catalogue des constructeurs bien connus Hartmann et Braun, diffère des précédents publiés par la même maison en ce qu'il contient des renseignements sur un grand nombre d'appareils nouveaux, inventés pour satisfaire aux besoins urgents que le développement de l'électrotechnique a fait naître et, en particulier, pour répondre aux exigences sans cesse grandissantes des installations electriques.

Il est peu de catalogues qui renferment un nombre aussi considérable et varié d'appareils de mesure de tous les genres. Les indications données sommairement sur chacun deux sont très claires et les figures sont très belles.

Dans une notice que nous avons consacrée à « *The Electrician* » *primers* (n° 34 du 22 août dernier), nous avons dit que chaque chapitre avait une pagination indépendante. Cela est bien exact, mais nous avons omis de faire remarquer qu'une seconde pagination complète la première; chaque bas de page porte un numéro et l'on a ainsi pour les deux volumes le nombre total des pages qui est de 284.

BREVETS D'INVENTION

Du 17 au 23 mai 1891

211386 **Roch.** — Appareil dit : *générateur mécanique d'énergie électrique* (*Brevet de dix ans*) (17 février 1891).

211392 **Société anonyme des horloges et pendules électriques.** — Appareil contrôleur de courant électrique (14 février 1891).

211401 **Némon,** — Produit isolateur et son application aux accumulateurs et à tous les appareils électriques (14 février 1891).

211420 **Eck.** — Lampe différentielle à arc voltaïque, *système Eck-Drapier* (16 février 1891).

211427 **Société anonyme des anciens établissements Cail.** — Régulateur électrique permettant de régler automatiquement les courants (16 févrler 1891).

211464 **Stovell.** — Perfectionnement dans l'éclairage des tables et autres meubles semblables par l'électricité (17 février 1891).

211482 **Weston.** — Perfectionnements dans les instruments destinés à mesurer l'électricité (17 février 1891).

Du 24 au 30 mai 1891

211508 **Dierman.** — Compteur d'électricité (18 février 1891).

211564 **Baille-Lemaire.** — Perfectionnements apportés à la construction des appareils de télégraphie optique (20 février 1891).

211567 **Ollabrak et Pradillo.** — Nouvel appareil compteur électrique enregistreur nommé *Hoïdoka* (20 février 1891).

211574 **Jousseaume.** — Téléphone à piles (26 février 1891).

211594 **Société anonyme dite « Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft ».** — Perfectionnement apporté à la transmission des courants électriques alternatifs dits *à phases consécutives* (21 février 1891).

211595 **Société O. Patin et Cie.** — Nouvelle lampe à arc fonctionnant, soit en tension, soit en dérivation, soit sur courant continu, soit sur courants alternatifs (21 février 1891)

211612 **Brianne.** — Nouveau mode de suspension des globes réflecteurs et autres accessoires de lampes à arc (23 février 1891).

CERTIFICATS D'ADDITION

Délivrés du 17 au 23 mai 1891

207659 **Société Sautter, Harlé et Cie.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 16 août 1890, pour perfectionnements dans les appareils d'éclairage électrique (13 février 1891).

204085 **Marit.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 1er mars 1890, pour asservissement d'un moteur électrique (14 février 1891).

200691 **Hennequin.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 10 septembre 1889, pour système de commande électrique des horloges et de transmission de l'heure à distance (14 février 1891).

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

2e Série. — Tome II. N° 37 12 Septembre 1891.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LES NOUVEAUX CABLES FRANÇAIS DE LA MÉDITERRANÉE

On sait que plusieurs votes successifs des Chambres viennent d'assurer à notre industrie la fabrication et la pose des deux câbles importants de Marseille à Oran et de Marseille à Tunis. Ce n'est là, sans doute, qu'un début ; tout permet d'espérer qu'à l'avenir les entreprises de cette nature seront réservées à nos maisons françaises. Il n'est donc pas sans intérêt de faire connaître les conditions dans lesquelles ces nouvelles voies télégraphiques sous-marines vont être établies.

Bien que la fabrication et l'immersion des câbles soient choses nouvelles pour nous et que nos industriels y aient été peu préparés, nous n'avons pas été pris au dépourvu par l'adjudication qui a eu lieu le 27 août dernier. Un certain nombre de concurrents se sont présentés, et l'on peut dire que l'exemple de la Société générale des Téléphones, qui, récemment, a établi une puissante usine de câbles à Calais, a excité l'émulation des maisons rivales. Désormais nous avons la certitude de n'être plus les tributaires de l'Étranger sous ce rapport. L'État aussi bien que les compagnies existantes et celles qui pourraient se former chez nous ne seront plus dans l'obligation de s'adresser à d'autres fournisseurs qu'à nos nationaux.

L'importance de la fourniture à effectuer, évaluée en milles marins de 1 852 mètres, est la suivante :

	MARSEILLE A ORAN	MARSEILLE A TUNIS
Câble de grands fonds........................	600 milles	455 milles
Câble intermédiaire..........................	17 —	116 —
Câble de côte................................	13 —	54 —
Total.....	630 milles	625 milles

Voici les conditions de construction imposées aux adjudicataires :

Conditions électriques. — L'âme du câble consistera en une cordelette de sept fils de cuivre du poids total de quarante-huit kilogrammes (48 kg) par mille marin, dont la résistance électrique à la température de 24 degrés centigrades ne devra pas dépasser 12 ohms légaux.

L'enveloppe isolante se composera de trois couches de gutta-percha alternant avec autant de couches de composition résineuse (Chatterton compound), la première couche de cette composition étant placée directement sur le toron de cuivre. Les diverses couches devront être bien centrées et adhérentes entre elles et avec la cordelette en cuivre ; elles ne devront renfermer aucune bulle d'air. La gutta-percha employée sera de premier choix et bien homogène ; elle devra se ramollir sans se boursoufler lorsqu'elle sera soumise à la chaleur d'une lampe à alcool et bien se prêter aux soudures.

La surface extérieure de la gaine isolante sera régulière, parfaitement lisse et cylindrique. Le centrage et l'adhérence des couches pourront être vérifiés, quinze jours au moins après la fabrication, sur les deux bouts de chaque bobine et même en un point quelconque, si cela est jugé utile. Les bobines qui contiendraient des défauts de centrage, d'adhérence ou autres seraient refusées. Les autres seront acceptées dans l'état. L'enve-

loppe isolante aura un poids minimum de 63 kilogrammes par mille marin. Dans les essais qui seront faits sept jours au moins après la fabrication, avant que l'âme soit recouverte de son enveloppe extérieure, et après vingt-quatre heures d'immersion dans de l'eau à 24 degrés centigrades, le diélectrique devra avoir un isolement compris entre 300 et 1 500 mégohms par mille marin après deux minutes de charge, soit avec le courant positif, soit avec le courant négatif. Pour la réception du câble armé et prêt à être embarqué et celle du câble après son embarquement, l'isolement ne sera pas inférieur à 500 mégohms par mille marin; mais, dans ce cas, les corrections de température seront effectuées à l'aide d'une table établie pendant la fabrication du câble par les agents de l'Administration, de concert avec les adjudicataires.

La pile employée dans tous les essais d'isolement dont il s'agit n'aura pas une force électromotrice inférieure à celle de deux cents éléments Daniell.

La capacité électrostatique, par mille marin, ne dépassera pas 36 centièmes de microfarad.

Les poids de cuivre et de gutta-percha seront exigés à 5 p. 100 près.

Conditions mécaniques. — L'âme sera revêtue d'une enveloppe de chanvre tanné ou de jute tanné, d'une épaisseur suffisante pour la protéger contre l'armature métallique.

Celle-ci se composera de fils métalliques jointifs, de nature, diamètre et nombre variables, conformément aux types suivants :

1° *Câble de grands fonds :* quinze fils d'acier (ou fer homogène) galvanisés, de 2 millimètres et demi de diamètre. Le fil d'acier employé devra offrir une résistance à la rupture de 78 à 80 kilogrammes par millimètre carré, de telle sorte que le câble ait une résistance minima de 5 tonnes et demie ;

2° *Câble intermédiaire :* dix fils de fer galvanisés de 5 millimètres de diamètre. Le fil de fer employé devra supporter un poids d'environ 35 à 40 kilogrammes par millimètre carré, de telle sorte que la résistance à la rupture du câble ne soit pas inférieure à 7 tonnes et demie;

3° *Câble de côte :* première armature semblable à celle du câble de grands fonds. Elle sera entourée d'une graine de filin de jute et revêtue d'une seconde armature formée de onze fils de fer galvanisés de 7 millimètres de diamètre. La résistance à la rupture du câble ainsi constitué ne devra pas être inférieure à 22 tonnes.

La galvanisation devra être telle que le fil supporte, sans que le fer ou l'acier soit mis à nu, même partiellement, quatre immersions successives, d'une minute chacune, dans une dissolution de sulfate de cuivre faite dans cinq fois son poids d'eau.

L'armature métallique sera enfin recouverte de deux garnitures d'étoupes ou toiles goudronnées, enroulées en sens inverse et imprégnées d'une composition bitumeuse et silicieuse, selon les règles de l'art.

Conditions diverses. — La fabrication du câble sera surveillée dans les usines des adjudicataires par des fonctionnaires délégués à cet effet. Ils pourront essayer les matières premières et effectuer toutes les vérifications électriques et mécaniques qu'ils jugeront utiles. Les parties défectueuses seront rejetées.

Le Gouvernement n'interviendra en rien dans les opérations de l'immersion, mais le tracé des câbles sera soumis à son approbation et des fonctionnaires délégués à cet effet assisteront aux constatations électriques et mécaniques faites à bord et les contrôleront.

Les soumissionnaires devront encore satisfaire à de nombreuses obligations indépendantes des conditions techniques de l'entreprise.

Réception. — Après l'immersion, les délégués du Gouvernement feront, avec le concours des adjudicataires, les expériences qu'ils jugeront utiles pour s'assurer de l'isolement et de la conductibilité du câble.

Les conditions électriques auxquelles devra satisfaire le conducteur au moment de

la réception seront celles qui sont spécifiées ci-dessus, sauf en ce qui concerne l'isolement, qui ne devra pas être inférieur à 1 800 mégohms par mille marin, avec une force électromotrice de cent éléments Daniell et sans corrections de température, après deux minutes d'électrisation, soit avec le courant positif, soit avec le courant négatif.

Chaque courant sera envoyé pendant trente minutes dans le câble isolé et les déviations notées de quinze secondes en quinze secondes. On notera également les déviations, pendant le même temps et aux mêmes intervalles, durant les périodes de décharge. Les déviations observées ne devront pas présenter de variations brusques.

Les deux câbles devront être immergés et en état de fonctionner le 15 novembre 1892 au plus tard.

Des délais de garantie, variables selon les constatations faites au cours de l'immersion et après réception sont en outre imposés aux adjudicataires.

Il devait être déposé des soumissions séparées pour chacun des câbles de Marseille à Oran et de Marseille à Tunis. Le premier est échu à la Société générale des Téléphones et le second à M. Grammont.

En raison de sa nouveauté, cette entreprise sera suivie avec un véritable intérêt par tous ceux que ne laissent pas indifférents les progrès de notre industrie.

A. Michaut.

TORPILLES ET TORPILLEURS

(*suite* [1])

II. Torpilles automobiles. — Les navires assiégeants n'osent forcer la passe; ils ont essayé, pendant la nuit, de faire draguer le fond par leurs chaloupes à vapeur afin d'en ramener les câbles transmetteurs du courant électrique qui doit mettre le feu aux torpilles coulées ou encore aux torpilles mouillées entre deux eaux avec un grappin, lorsque la profondeur est trop grande; on a coupé, fait sauter à l'aide de pétards quelques-uns de ces câbles, mais la surveillance des postes est active et la flotte ennemie préfère rester au large, établir un blocus, foudroyer les arsenaux de sa puissante artillerie plutôt que d'affronter le passage difficile et de tenter un débarquement.

En présence de cette nouvelle tactique qui, avec les combats d'escadres et de torpilleurs, deviendra probablement la seule possible, il fallait opposer de nouvelles attaques. Les torpilles automobiles et dirigeables sont là toutes prêtes à jeter le désarroi parmi les bâtiments assiégeants; lancées de terre ou d'un navire, elles iront, entre deux eaux, totalement invisibles ou visibles seulement pour celui qui les dirige, frapper le bâtiment désigné qui se croit en sûreté à son mouillage. Toutes les combinaisons possibles ont été imaginées : torpilles roulantes et dérivant dans un estuaire, portées par la marée montante ou descendante, torpilles automobiles filant en ligne droite pendant un temps donné, torpilles dirigeables et dirigées de terre par un fil qui conduit le courant électrique dans la torpille pour actionner, par un moteur, l'hélice et le gouvernail, interrompre ou précipiter la marche de l'engin et même opérer son retour si le but est manqué.

Parmi les torpilles automobiles, celle de Whitehead a donné de bons résultats en expériences, aussi a-t-elle été adoptée par la plupart des marines européennes. C'est un cigare de tôle de 4 m à 5 m de long sur 0,35 m d'épaisseur, muni d'un moteur à air comprimé; la chambre des poudres est à l'avant, elle contient ordinairement de 40 kg à 50 kg de dynamite. La torpille Whitehead est lancée de la côte ou d'un navire en mer, au

[1] Voir n° 29, page 37.

moyen d'un tube à air comprimé ; on en règle d'avance la trajectoire par un gouvernail vertical et, à sa sortie du tube, un taquet déclenche la machine. Elle file entre deux eaux et se maintient à une profondeur constante, déterminée par l'inclinaison d'un gouvernail horizontal ; elle peut fournir pendant dix minutes une vitesse de dix à quinze nœuds[1] ; dans ce cas, elle atteint donc un but éloigné de 300 m à 500 m. D'ailleurs, la force emmagasinée étant constante, le chemin qu'elle peut parcourir est inversement proportionnel à la vitesse et, en ne donnant que six nœuds, elle atteint 1 700 m. Lorsque la force motrice est épuisée, la torpille coule si elle n'a frappé aucun obstacle.

La mise à feu s'obtient électriquement ou à l'aide d'un percuteur : si la torpille heurte l'obstacle de son avant, les deux moyens sont également bons ; mais on doit préférer l'électricité qui, par des contacts établis au bec de la torpille et aux points saillants de ses flancs, fait exploser les poudres quand bien même l'engin frôlerait le navire de l'un de ses côtés au lieu de l'aborder par l'avant.

Un moteur électrique actionné par des piles ou des accumulateurs, comme dans la torpille américaine *Halpine-Savage*, peut remplacer la machine à air comprimé de la torpille Whitehead et l'on a une torpille automobile électrique.

Si, en temps calme, la torpille Whitehead conserve assez bien sa direction rectiligne, en gros temps il est à craindre que l'effet de la lame ne la fasse dévier de sa direction qu'il est souvent difficile d'assurer d'avance. En outre, si le but est mobile, et c'est le cas le plus fréquent, et que le navire qui lance la torpille soit également en marche, le pointage offre des difficultés énormes que viendront encore augmenter l'émotion d'un combat et une foule de hasards inévitables. Le succès des torpilles Whitehead est donc fort incertain. On peut s'en rendre compte par le récit suivant que nous empruntons à des journaux américains qui décrivent les péripéties d'un combat naval au Chili pendant les derniers événements :

« Le 23 avril, vers quatre heures du matin, les vigies du *Blanco-Encalada* signalaient à l'officier de quart, le lieutenant Marquiz, une lumière suspecte à l'entrée de la baie de Caldera. Elle provenait, comme on l'a su plus tard, du projecteur électrique du croiseur torpilleur l'*Almirante-Condell.* La lumière disparut, mais, une demi-heure plus tard, le lieutenant Marquiz aperçut deux petits navires qui se dirigeaient à toute vitesse sur son bâtiment et qui n'en étaient pas à plus d'un demi-mille. C'était le *Condell* venant du sud, tandis que le *Lynch* arrivait par le nord-ouest.

« L'alarme donnée, on appela au « branle-bas de combat », mais le cuirassé n'était pas prêt. A l'ancre, sans pression, il allait soutenir à l'improviste l'attaque dans de mauvaises conditions.

« Le *Condell* avait mis le cap sur le *Blanco-Encalada* ; il s'en approcha à petite distance et lui lança une première torpille en l'appuyant du feu de ses canons-revolvers ; la torpille ne toucha pas. Le *Lynch* arriva à son tour sur le cuirassé, le couvrit de ses projectiles et déchargea une torpille sans plus de succès. Le *Blanco* riposta avec énergie, mais le *Lynch* se déplaçait si rapidement que le cuirassé ne l'atteignit pas. Bref, ce dernier lança successivement et sans effet quatre de ses torpilles, tandis que le *Condell* en lançait trois. Mais le *Blanco* souffrait terriblement du feu de ses adversaires : son gréement, ses embarcations étaient hachées, son pont était couvert de sang. Le *Lynch* se décida alors à faire un effort suprême : il mit le cap sur le cuirassé, s'en approcha à toute petite distance, présentant ainsi sa plus petite section aux coups du *Blanco*, puis il lança sa torpille avant. Le *Blanco* avait concentré tout son feu sur son petit adversaire, mais inutilement ; la torpille le frappa dans la région du mât de misaine ; on entendit une formidable explosion et, en trois minutes, le cuirassé coulait. »

On voit donc que dix torpilles ont été lancées sur un bâtiment au mouillage, *immo-*

[1] Un nœud vaut 1852,5 mètres à l'heure.

bile et que la dernière seule a pu l'atteindre. Il faut de plus remarquer que le *Blanco* n'était pas pourvu de compartiments étanches que possèdent maintenant tous les cuirassés modernes et qui rendent plus difficile une submersion immédiate.

On a donc cherché à rendre la torpille plus meurtrière encore en substituant une volonté intelligente à la force aveugle.

C'est l'électricité qui a fourni le moyen de diriger dans leur course les torpilles automobiles. Bien des dispositions ont été proposées, expérimentées, adoptées ; nous prendrons parmi ces nombreuses torpilles dirigeables trois types que nous allons décrire sommairement : la torpille Lay, celle de M. Pugibet et enfin la torpille Sims-Edison.

1° Dans la torpille Lay (fig. 6), deux machines, l'une motrice M agissant sur l'hélice H, l'autre directrice M' commandant le gouvernail G sont mises en action par l'introduction de gaz acide carbonique liquide enfermé sous pression dans les compartiments étanches d'un réservoir R. Le gaz s'introduit à volonté par le jeu de deux électro-aimants E, E' dans chacune des machines MM'. Le double fil adducteur, long de 4 000 m. environ, est enroulé sur un treuil B et se déroule à mesure que la torpille s'éloigne de son point de

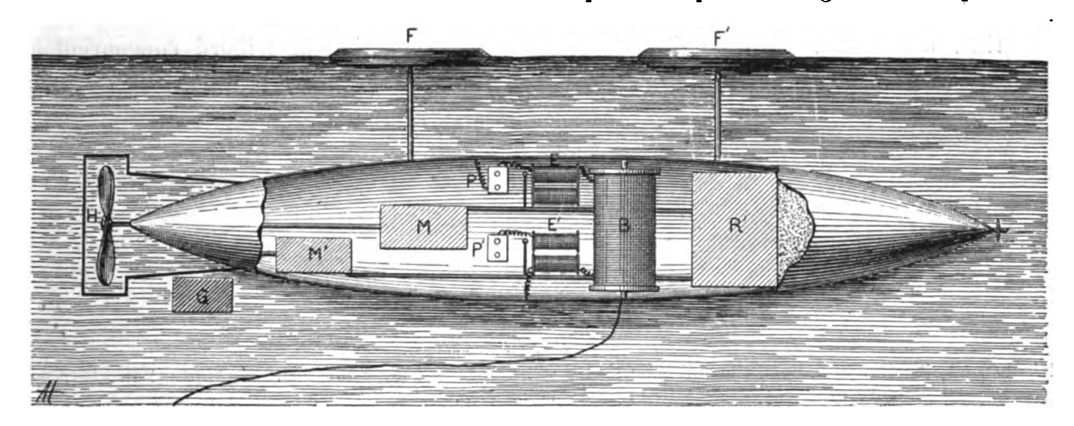


Fig. 6.

départ ; une valve automatique laisse entrer ce qu'il faut d'eau pour remplacer le poids du fil déroulé et maintenir la torpille en équilibre. Deux flotteurs FF', que l'on peut munir de fanions visibles ou de fanaux, assurent la stabilité de l'appareil et permettent de le suivre dans sa course. La charge ordinaire est de 70 kg de dynamite. De terre, de son poste, quel qu'il soit, l'observateur ayant sous sa main un clavier peut à son gré diriger la torpille en tous sens puisqu'il commande la machine motrice et le gouvernail ; il la surveille dans sa marche au moyen des flotteurs presque invisibles pour celui qui ne les a pas suivis du regard ; il fait donc avancer la torpille, l'arrête, varie sa direction et peut la ramener à lui si le but est manqué.

Adoptée aux États-Unis avec enthousiasme après les premières expériences, la torpille du colonel Lay a cependant de nombreux adversaires qui lui ont trouvé plusieurs inconvénients graves : 1° Son mécanisme fort ingénieux sans doute, mais en même temps très délicat et compliqué, peut se déranger facilement ; 2° immergée seulement par 1 m de profondeur, le remous de son hélice est visible à la surface, le gaz des machines s'échappe en bouillonnant et révèle la torpille aux ennemis en l'exposant à ses coups ; 3° la force de sa décharge est naturellement bien moindre que celle des torpilles qui frappent le navire à 2 m et 3 m, au moins, au-dessous de sa ligne de flottaison ; 4° son prix enfin, 60 000 et 80 000 francs, est beaucoup plus élevé que celui des torpilles Whitehead qui est de 10 000 francs. Toutes ces raisons ont empêché la France de préférer la torpille Lay à la torpille Whitehead tout incomplète qu'elle soit.

2° M. Pugibet a voulu éviter tous les reproches précédents quand il propose de transformer la torpille Whitehead en torpille dirigeable; il a reconnu son défaut principal et il remplace le réglage défectueux du gouvernail vertical par un système spécial de direction.

La machine motrice reste toujours la même; elle est à air comprimé, mais il utilise, pour la direction, la force développée par les molécules d'eau qui découlent le long de la torpille en marche et régle cette force par l'électricité. Des tubes AA′ (fig. 7), dirigés en avant, dans le sens de la marche, appelés tubes d'introduction, correspondent à d'autres tubes BB′ qui s'ouvrent vers l'arrière et s'appellent tubes d'évacuation. Les tubes AA′ aboutissent à une boîte C où glissent deux pistons aux tiges desquels sont amarrées deux drosses légères DD′ qui vont faire agir les gouvernails verticaux GG′. Les deux soupapes SS′, abandonnées à elles-mêmes, fermeront les tubes d'évacuation et, des pressions égales s'exerçant dans la boîte C, les pistons s'équilibrent à mi-course et la torpille gouverne droit. Mais, si sous l'effort d'un courant lancé dans le fil de l'électro-aimant E′ de tribord, cet électro-aimant attire son armature, il ouvre la soupape S′ qui ferme l'introduction de tribord.

En conséquence, l'introduction de bâbord et l'évacuation de tribord concourent à

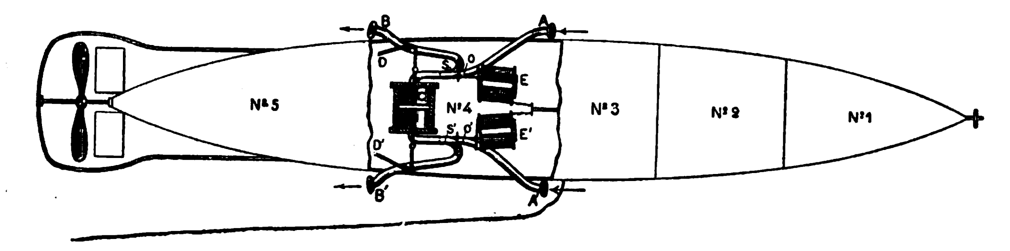


Fig. 7.

Légende : 1, Poudre. — 2, Régulateur d'immersion. — 3, Réservoir à air comprimé. — 4, Appareil directeur. — 5, Machine motrice.

pousser le piston directeur et les gouvernails verticaux sur tribord : la torpille viendra donc sur tribord. Si, au contraire, on lance le courant dans l'électro-aimant E, la manœuvre inverse se produit et la torpille vient sur bâbord.

Au poste de direction, le câble, contenant le double fil, aboutit à un touret sur lequel il est enroulé et communique par un tourillon à une table de manipulation établie soit dans la batterie d'un navire, soit dans un poste à terre. Le circuit est complété par une pile, une plaque de terre et la carcasse métallique de la torpille.

M. Pugibet n'a besoin d'aucun flotteur pour reconnaître et diriger sa torpille, les bulles d'air qui remontent à la surface forment, *d'après lui*, un sillage suffisant pour que l'observateur puisse la suivre dans sa marche. Enfin tout système de torpille automobile peut être transformé et recevoir cet appareil directeur peu encombrant puisque, pour une longueur de torpille de 5,80 m, il ne demande que 0,50 m. M. Pugibet a calculé que le traînage du câble n'entrave pas sensiblement la vitesse.

3° Pour arriver à la torpille Sims-Edison, nous passons sous silence une foule d'autres torpilles électriques dirigeables qui ont été successivement expérimentées pendant ces dix dernières années en Amérique, en Allemagne et en Angleterre et qui toutes sont copiées sur l'une de celles que nous décrivons et n'en diffèrent que par la disposition des électro-aimants commandant le gouvernail ou par la mise à feu.

La torpille Sims-Edison (fig. 8) expérimentée, le 2 mai dernier, aux chantiers de Graville, au Havre, emporte avec elle, comme la torpille Lay, un câble long de 3 500 m, adducteur du courant électrique pour animer ses organes.

Ce câble contient deux fils de diamètre différent; le plus gros est relié à une machine génératrice qui, de terre, envoie dans la dynamo de la torpille un courant de 25 ampères et de 1 150 volts; le plus petit aboutit à une pile. Les circuits sont complétés par des plaques de terre. Le gouvernail est actionné par deux électro-aimants disposés symétriquement de chaque côté de l'arbre de l'hélice et leurs armatures le font mouvoir en agissant, par l'entremise d'une bielle, sur l'une ou l'autre extrémité de la barre. Le commutateur de la pile commande les électro-gouvernails, celui de la génératrice commande la marche. Mais les inducteurs de la dynamo étant disposés en série, la marche se fera invariablement en avant, quel que soit le sens du courant envoyé; on pourra donc, au moyen d'une inversion brusque, envoyer dans un relai d'allumage dont l'électro est intercalé dans le circuit du moteur, le courant nécessaire pour faire partir une fusée détonnante et déterminer l'explosion de la torpille.

Elle rappelle beaucoup la torpille électrique de Nordenfelt, expérimentée en Tamise

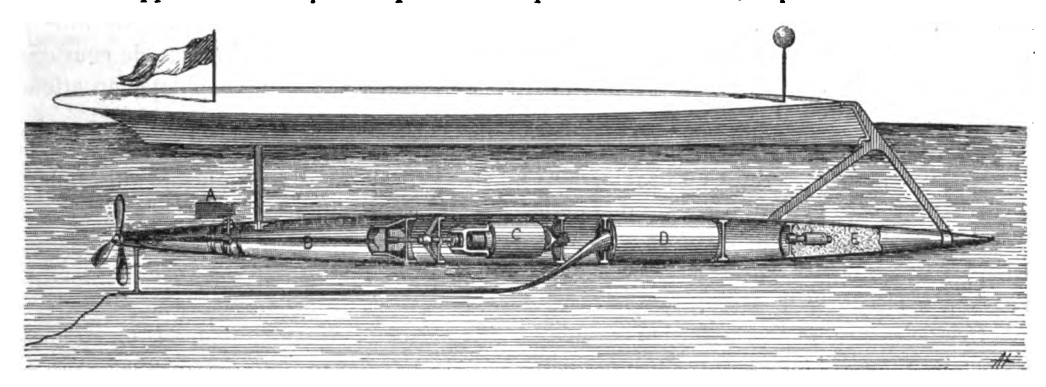


Fig. 8.
LÉGENDE : A, Gouvernail. — B, Arbre de l'hélice. — C, Moteur. — D, Compartiment du câble. — E, Matière explosible.

le 11 juin 1888, et dont la force motrice, la direction et la mise à feu s'obtenaient par l'électricité ; elle portait 225 kg de dynamite, un fil de 3 600 m de long et développait quinze nœuds [1].

La torpille Sims-Edison a 8 m de long sur 0,50 m d'épaisseur; son immersion de 4 m de profondeur est rendue constante par un flotteur insubmersible taillé en forme de bateau muni d'un éperon tranchant et relié au cigare de tôle par des tiges rigides. Le flotteur porte deux baguettes verticales surmontées de signaux qui seuls visibles servent à suivre la marche de la torpille. La vitesse atteint jusqu'à vingt nœuds ; elle porte 225 kg de dynamite, charge qu'on peut encore augmenter en disposant de nouvelles cartouches entre le flotteur et la torpille.

Les officiers torpilleurs qui assistaient aux expériences du Havre ne partagèrent pas l'enthousiasme qui avait salué l'apparition de ce nouvel engin; il leur parut trop lourd, sujet à des dérangements dans son mécanisme et devait exiger, quant à sa direction, une immobilité que les navires ne donnent jamais.

Nous ajouterons qu'il nous semble impraticable d'opérer la mise à feu au moment opportun ; elle devrait, pour être précise, se produire automatiquement au choc du navire. Il en est de même, du reste, pour toutes les torpilles dirigeables.

Est-il possible en effet à 3 000 m, et même à moins, de se rendre exactement compte de l'instant où la torpille arrive à sa destination ? On confond à cette distance des longueurs telles que l'on fera feu, peut-être à un demi-mille avant le but !

[1] *Rev. Int. de l'Élect.*, t. VII, p. 233.

En décrivant chacune des torpilles, soit automobiles, soit dirigeables, nous avons signalé les inconvénients que présentait tel ou tel engin. Nous devons, pour compléter cette première partie de notre travail, essayer de porter une appréciation générale sur les torpilles dirigeables dont l'usage dans une future guerre navale cause à tous un effroi qui paraît justifié. Quoi ! n'est-ce pas assez des boulets, des obus qui éclatent et sèment la mort, de ces torpilles dormantes qui s'éveillent au contact de l'ennemi et le mettent en pièces ? Dans les profondeurs de la mer, là où les projections électriques ne peuvent pénétrer et révéler le danger, se glissent des ennemis invisibles dont la direction est réglée avant le combat et qui viendront mathématiquement faire sauter un navire, tuer un millier d'hommes. Ce n'est pas tout ; sans danger, assis commodément devant un clavier de manipulation, un électricien dirigera la torpille et rectifiera le calcul qui peut être erroné ; il choisira sa proie, ou en poursuivra une autre suivant les hasards du combat. Les filets de fer qui entourent et protègent la frégate, *la crinoline*, appellation expressive de nos matelots, est impuissante ; la torpille passe au travers, dessus ou dessous, la déchire de son éperon et arrive quand même au but. Il n'y a plus besoin d'intrépidité, de courage, d'audace, de science navale, c'est un combat de mécaniciens et non de soldats, on attend la mort et non plus l'ennemi.

A première vue, cela est terrifiant, mais n'oublions pas que tous ces engins ne sont pas créés pour évoluer dans un bassin, dans une rade, devant une Commission qui applaudira à leur succès et à la direction donnée et suivie d'une manière imperturbable. Certes, le principe de la torpille dirigeable charme et séduit par sa simplicité et sa précision. Admettons la quasi-perfection de ses organes, mais jugeons-la sur son véritable terrain d'action, le champ de bataille.

Des cuirassés et des batteries flottantes, des avisos et des torpilleurs sont en présence; leur formidable artillerie gronde de toutes parts, des détonations ébranlent le navire jusque dans ses fonds ; tout tremble, tout frémit à bord, les projectiles balaient le pont et les batteries, la fumée enveloppe l'escadre. On se tue sans se voir. Est-il possible, à ce moment de trouble et de désarroi, de s'imaginer un officier pouvant, d'un endroit visible, diriger une torpille, la suivre dans ses évolutions à l'aide du guidon de 0,10 m de diamètre et l'envoyer à coup sûr vers un but certain, en dépit de la houle, du roulis et du tangage.

Non. Il faut laisser les torpilles dirigeables partir des côtes, d'un poste installé à terre, là où la main conserve son sang-froid, où la stabilité est assurée et la vision rectifiée par des longues vues qui permettront de mieux suivre la torpille et encore, comme nous le faisait remarquer M. le capitaine de frégate de Ricaudy, sera-t-elle cachée souvent à très courte distance par les lames qui déferlent.

Le péril semble donc moins grand qu'on aurait pu le croire tout d'abord. Les torpilles automobiles restent les seules pratiques en haute mer et encore leur tir, on le sait, n'est pas toujours assuré; elles pourraient même, dans les combats d'escadre, devenir funestes à un navire ami qui, forcé de faire une manœuvre imprévue, viendrait à couper leur trajectoire. Enfin des récepteurs téléphoniques [1] immergés deviendront peut-être un moyen de défense en avertissant assez rapidement de l'approche d'une torpille pour que l'on puisse l'éviter. On retombe donc dans les hasards d'un combat ordinaire.

Malheureusement ces rassurantes conclusions ne sont pas définitives ; il y a d'autres ennemis plus terribles encore que les torpilles coulées, automobiles et dirigeables; il faudra se défendre contre les embarcations porte-torpilles et contre les torpilleurs sous-marins.

(*à suivre.*) Georges Dary.

[1] *Rev. Int. de l'Élect.*, t. VII, p. 417.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Troubles produits par l'induction dans les circuits téléphoniques

Par J.-J. CARTY

Ce ne fut qu'en 1838 que Steinheil, au cours de recherches entreprises pour utiliser les voies ferrées comme fil de retour des circuits télégraphiques, découvrit que la terre pouvait jouer ce rôle de fil de retour. Cette découverte est restée l'une des plus importantes en matière de télégraphie et, depuis cette époque, il est devenu de pratique universelle de se servir de la terre pour fermer les circuits qui ne nécessitent plus ainsi qu'un seul fil métallique. Mais, quand il s'agit de circuits téléphoniques, par suite de l'extrême sensibilité du téléphone, il arrive qu'avec cette suppression du fil de retour, de nombreux courants à peu près sans action sur les appareils télégraphiques deviennent une source de dérangements. Aussi a-t-on dû revenir pour les lignes téléphoniques aux circuits métalliques complets.

Mais ce retour aux circuits métalliques complets ne suffit pas pour écarter tout à fait les effets d'induction et il a été reconnu qu'il fallait, pour s'en libérer complètement, placer les deux fils qui composent le circuit dans une position spéciale par rapport à la source perturbatrice. La figure 1 montre l'un des dispositifs adoptés à cet égard.

Les deux côtés du circuit, L_2 et L_3, sont tordus

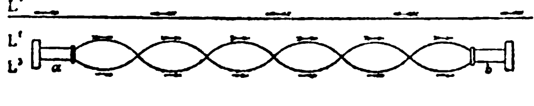


Fig. 1.

en spirale autour l'un de l'autre, de manière que leur distance moyenne du fil L_1 qui les influence, soit la même. De la sorte, les téléphones *a* et *b* ne sont pas affectés par l'induction du fil L_1. On explique généralement ce fait en admettant que lorsqu'un courant commence à traverser le fil L_1, il donne naissance à deux courants induits de sens contraire à sa propre direction, l'un dans le fil L_2, l'autre dans le fil L_3 ; que ces deux courants sont de même intensité puisque la distance moyenne au fil L_1 est la même pour L_2 et L_3 et qu'enfin, les téléphones *a* et *b* restent silencieux parce qu'ils subissent l'action de deux forces égales et opposées. Cette théorie paraît plausible au premier abord et a été adoptée dans la plupart des ouvrages traitant la question [1].

[1] *A Handbook of Practical Telegraphy*, de R.-S. Culley, 1885, p. 330; *The Telephone*, de Preece et Maier, 1889, p. 134 ; *Die Technik des Fernsprechwesens*, du Dr v. Wietlisbach, 1886, p. 135.

J'ai fait un certain nombre d'expériences qui paraissent établir que, dans le cas dont il s'agit, l'action inductrice, au lieu de tendre à produire un simple courant sur chaque côté du circuit métallique, donnerait naissance dans chacun des deux fils à des courants multiples différents d'intensité et de direction.

Sur la figure 2, L_2 et L_3 sont deux fils de cuivre

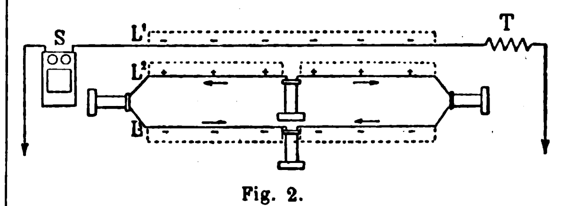


Fig. 2.

bien isolés, de 500 pieds de long (152 mètres), et distants l'un de l'autre de 3 pieds (0,91 m). Ces deux fils sont réunis à chacune de leurs extrémités par l'intermédiaire d'un téléphone ordinaire. L_1 est un fil semblable aux deux autres et également bien isolé ; il est placé à un demi-pouce (0,013 m) du fil L_2 et muni à l'une de ses extrémités d'un transmetteur Blake T et à l'autre extrémité d'une sonnerie d'abonné S ; il est en outre mis à la terre à ses deux extrémités ainsi que le montre la figure. Quand le transmetteur entre en fonction, soit que l'on parle dedans, soit que l'on fasse vibrer devant lui un fort diapason, des dérangements se produisent dans les téléphones placés aux extrémités.

On constate d'ailleurs que si des téléphones sont insérés au milieu de L_2 et L_3 on n'y entend aucun son anormal, tandis que le bruit persiste comme avant dans les téléphones des extrémités.

Cela constitue un cas simple de dérangement par action inductive et ne peut être expliqué qu'en admettant que le fil L_1 agit électrostatiquement sur le circuit composé par L_2 et L_3 ou, en d'autres termes, que nous avons affaire à un système de condensateurs en série dont L_1 représente une plaque, la terre une autre, et les fils L_2 et L_3 deux plaques intermédiaires réunies entre elles par les téléphones des extrémités.

Supposons qu'à un moment donné le potentiel le long du fil L_1 soit représenté par les lignes verticales poitillées, et la charge sur ce fil par le rectangle formé par le fil et les lignes pointillées. La présence de cette charge, que nous supposerons de signe négatif, entraîne une charge égale, mais de signe positif, sur L_2, ce qui produira une charge négative sur L_3 agissant à son tour sur la terre. Supposons maintenant que le potentiel sur L_1 devienne nul. Il en résultera, pour le rétablissement de l'équilibre dans

le circuit formé de L_2 et L_3, une série de courants comme l'indiquent les flèches. La charge positive de L_2 s'écoulant à travers les téléphones des extrémités neutralise la charge négative de L_3, laissant un point neutre au milieu de chacun des fils L_2 et L_3.

Dans cette expérience et dans celles qui suivent, les charges induites sont représentées par des rectangles. Ce mode de représentation n'est pas absolument exact, mais, comme une erreur à cet égard n'affecte les résultats que quantitativement et ne peut altérer les conclusions, je l'ai adopté eu égard à la simplicité qu'il procure.

Le potentiel le long du fil L_1, à un instant donné, est indiqué comme constant; de fait, il a été constaté que, pratiquement, en raison de la grande résistance apparente des appareils, il n'y avait pas de chute de potentiel dans le fil même. Il a d'ailleurs été constaté dans les expériences qui vont être décrites que les résultats restaient les mêmes, que le fil inducteur fût ouvert ou relié à la terre à travers la sonnerie S. Il y aurait chute de potentiel cependant sur le fil L_1, si ce fil avait une longueur suffisante comme cela arrive souvent dans la pratique, auquel cas la distribution de la charge serait modifiée d'une façon correspondante. Mais comme cette circonstance n'affecterait que la localisation des points neutres, il n'est pas nécessaire de se préoccuper de la question de la chute de potentiel et on peut se servir, comme source d'induction, d'un fil ouvert à une extrémité.

La figure 3 montre encore les circuits employés

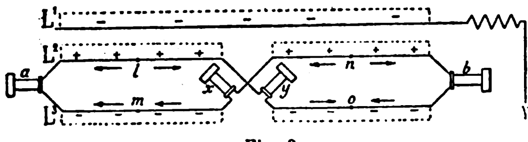


Fig. 3.

dans l'expérience précédente, avec cette différence que les fils L_2 et L_3 s'intervertissent en leurs milieux pour se continuer de la même manière que sur la figure 2. C'est ce qu'on appelle une « transposition ». Les téléphones des extrémités existent encore de même que ceux du milieu. Dans ces conditions, lorsque le transmetteur fonctionne, on ne perçoit plus qu'un son amoindri en *a* et *b*, tandis que les téléphones *x* et *y*, silencieux dans le premier cas, émettent maintenant un son de même intensité que celui perçu en *a* et *b*. Si l'on place des téléphones aux quarts *l*, *m*, *n*, *o*, les sons subsistent en *a*, *b*, *x* et *y*, mais on n'entend rien en *l*, *m*, *n*, *o*. L'effet de la transposition a donc été de réduire le trouble pour les téléphones d'extrémités *a* et *b* et de donner lieu à un déplacement des points neutres, du milieu aux quarts, dont le nombre se trouve ainsi porté de deux à quatre.

L'examen de la charge induite permet de se rendre compte de ces résultats. En se reportant à la figure 3, on verra que la première moitié de L_2 est chargée positivement et la seconde moitié négativement; de même, la première moitié de L_3 présente une charge négative et la seconde moitié une charge positive. Quand il y a décharge de la charge positive sur L_2, la moitié de cette charge traverse le téléphone *a* et l'autre moitié le téléphone *y*. La charge positive sur L_3 s'écoule d'une façon analogue, moitié par le téléphone *x* et moitié par *b*. Cela produit quatre courants, deux partant du point *l* et deux partant du point *n*. L'un des courants partis de *l* rencontre en *o* un courant issu du point *n*, et l'autre courant parti de *n* rencontre en *m* le second courant originaire de *l*. Les courants qui, dans ce cas, traversent les téléphones des extrémités ne sont donc pas aussi forts que quand il n'y a pas de transposition, puisqu'ils sont dus à une charge induite représentée par une surface moitié moins grande. On a trouvé que le nombre des points neutres augmentait en même temps que le nombre de transpositions pendant que la surface représentative de la charge traversant les téléphones des extrémités diminuait. Pour obtenir le silence, il faudra donc augmenter la fréquence des transpositions jusqu'à ce que la décharge à travers les téléphones des extrémités soit assez petite pour ne donner lieu à aucun son. La figure 4 montre un circuit qui présente

Fig. 4.

trois transpositions, une au centre et une de chaque coté, à mi-intervalle entre le centre et les extrémités. Dans ce cas, si nous pouvons négliger la résistance des téléphones, le courant traversant les extrémités sera réduit au quart de sa valeur primitive et huit points neutres prendront naissance, un sur chaque fil au milieu de chacune des transpositions.

Dans la pratique, la résistance apparente des téléphones doit être prise en considération, de sorte que si, dans la figure 3, les téléphones médians *x* et *y* étaient supprimés, les points neutres se déplaceraient vers les extrémités et les courants circulant dans les téléphones extrêmes se trouveraient réduits d'une façon correspondante.

Suivant cette théorie des transpositions, si les appareils et les distances entre les fils, sur un circuit donné, restent constants pour une période donnée d'alternances dans le fil pertubateur, le nombre de transpositions nécessaires pour obtenir le silence dépendra de la force électromotrice de ce dernier fil et de la capacité spécifique

d'induction du diélectrique. Toute augmentation de valeur de l'un ou l'autre de ces facteurs nécessitera, si l'on veut maintenir le silence, des transpositions additionnelles dont le nombre dépendra de l'importance du changement intervenu.

Quand le fil perturbateur est placé à égale distance des deux côtés d'un circuit métallique, aucun bruit n'est produit dans les téléphones insérés sur ce circuit et l'équilibre une fois obtenu est indépendant de la force électromotrice dans le fil perturbateur et de la capacité spécifique inductive du diélectrique. La figure 5 montre cet arrangement : L_2 et L_3 sont les deux fils composant le circuit métallique et à la même distance l'un de l'autre que précédemment ; le fil perturbateur est intercalé à égale distance des deux branches du circuit. Quand le courant perturbateur agit, aucun son n'est perçu aux téléphones extrêmes, ni aux téléphones placés au milieu de chaque branche, ce qui peut être expliqué en admettant, qu'à un moment donné, il existe sur le fil perturbateur une charge négative qui détermine une charge positive sur la partie interne des fils L_2 et L_3 et une charge négative sur leur partie externe, de sorte que, quand la charge du fil perturbateur disparaît, il se produit une série de courants dans les fils L_2

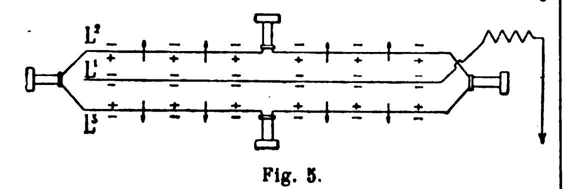


Fig. 5.

et L_3 dans une direction à angle droit sur leurs axes, ainsi que le montrent les flèches sur la figure. Dans ce cas, l'écoulement est latéral et aucun courant ne traverse les téléphones extrêmes ni ceux placés au milieu. Ainsi qu'on le voit, ce mode d'arrangement des fils diffère essentiellement des modes usuels ; malheureusement son application pratique est limitée à deux circuits.

Quand le fil perturbateur occupe la position montrée sur la figure 5, le courant dans les conducteurs n'est latéral que lorsque les fils L_2 et L_3 sont isolés de la terre. Si le fil L_3 était mis à la terre en son milieu, comme on le voit figure 6, le flux deviendrait longitudinal et les téléphones *a* et *b* seraient fortement affectés tandis que le téléphone *x*, au milieu de L_2, resterait silencieux ; l'expérience l'a montré. Cela tient à ce que le fil perturbateur, que nous supposerons chargé négativement, détermine, par induction, une charge positive sur L_2 et L_3 et une charge négative sur la terre. La décharge s'effectue alors par deux courants partant de *x* — qui devient ainsi un point neutre — et passant par les téléphones extrêmes pour gagner finalement la terre ainsi que le montrent les flèches. Si la mise à la terre était déplacée de *y* vers le téléphone *a*, le point neutre se déplacerait du côté du téléphone *b*, et si

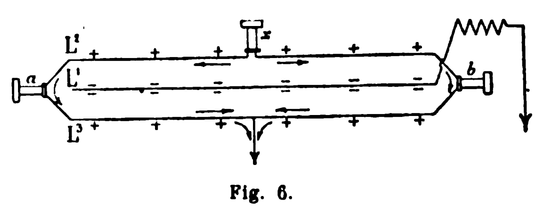


Fig. 6.

la mise à la terre était effectuée au centre de résistance du téléphone *a*, le point neutre se trouverait au centre du téléphone *b*. C'est ce que fait bien voir le dispositif de la figure 7 où *a* et *b* sont des téléphones de construction spéciale permettant de relier leurs centres respectifs aux clés de mise à la terre K_1 et K_2. Dans ces conditions, lorsque le fil perturbateur agit et que les deux clés sont ouvertes, on n'entend aucun son dans les téléphones, le courant étant latéral ; mais si l'on

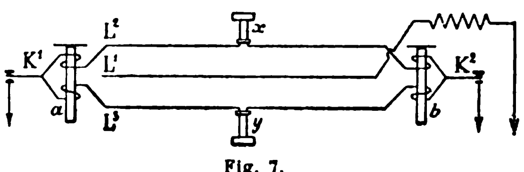


Fig. 7.

ferme la clef K_1, on entend aussitôt du bruit aux téléphones *x* et *y* placés au milieu de L_2 et L_3, tandis que les téléphones *a* et *b* continuent à rester silencieux. La charge et la décharge se produisent dans ce cas de part et d'autre vers la terre K_1, traversant par suite *x* et *y*; *a* reste silencieux parce qu'il est traversé par des courants de sens contraire qui s'annulent et *b* reste également silencieux parce qu'il se trouve en un point neutre. Pour montrer que les courants traversent bien le téléphone *a* il suffit d'insérer un autre téléphone sur la mise à la terre K_1 ; on constate alors que ce téléphone est fortement affecté. Quand les deux clefs K_1 et K_2 sont fermées, les 4 téléphones *a*, *b*, *x*, *y* sont silencieux ; la charge et la décharge se divisent, dans ce cas, au milieu des fils L_2 et L_3 et s'effectuent de part et d'autre vers les extrémités ; *x* et *y* sont silencieux parce qu'ils se trouvent en des points neutres et *a* et *b* ne sont pas affectés parce que les courants qui les traversent s'annulent.

Nous avons décrit deux systèmes : l'un, dans lequel le courant induit est latéral ; l'autre, dans lequel il est longitudinal. Je crois qu'il résulte des expériences qui précèdent que, quand les fils sont enroulés l'un sur l'autre comme figure 1, les deux actions sont combinées. Sur la partie à gauche de la figure 8 a été représentée une section transversale des trois fils L_1, L_2 et L_3 de la figure 1. Dans cette position les situations respectives des trois fils sont exactement les mêmes

que sur la figure 2 et le fil perturbateur tend à déterminer la production d'un flux longitudinal sur L_2 et L_3. Si nous faisons des sections successives sur ces trois fils (fig. 1) nous arriverons en un point pour lequel les trois fils seront disposés

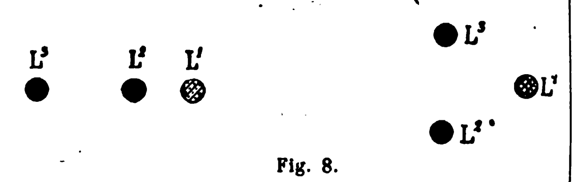


Fig. 8.

comme il est indiqué sur la partie à droite de la figure 8; le fil pertubateur L_1 se trouve alors également distant des deux fils L_2 et L_3 et il y a tendance à produire un flux latéral. Les courants réellement engendrés doivent être la résultante de ces deux actions.

La figure 9 représente une disposition tout à fait

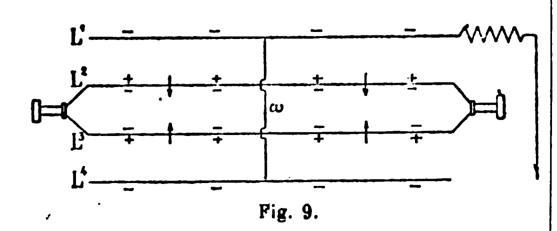


Fig. 9.

différente en principe de ce qui a été fait jusqu'ici. Cette disposition mérite de fixer l'attention, non pas tant pour les applications pratiques dont elle pourrait être susceptible actuellement que parce qu'elle fournit une preuve frappante de la nature électrostatique des mélanges par induction entre circuits téléphoniques. L_2, L_3 sont les mêmes fils que précédemment ; L_1 est à 0,013 m de L_2 et un fil extérieur L_4 est ajouté à 0,013 m de L_3. Ce fil supplémentaire est relié par un conducteur ω avec le fil perturbateur L_1 L'intervalle entre L_2 et L_3 est de 0,90 m. Dans ces conditions, si le transmetteur est mis en fonction, on ne relève aucun dérangement dans les téléphones extrêmes ; mais si le fil ω vient à être enlevé, on entend le bruit habituel ; on constate du reste que ce bruit cesse dès que l'on réunit L_1 et L_4. Cette action s'explique par le fait que L_4 est au même potentiel que L_1, étant relié à ce fil par le conducteur ω, et agit par suite avec la même force sur L_3 que L_1 sur L_2. Le flux dans ce cas est latéral comme l'indiquent les flèches, et les téléphones sont silencieux.

L'emploi des shunts permet de produire des points neutres dans un circuit. La figure 10 montre l'arrangement ordinaire des circuits avec les téléphones *a* et *b* aux extrémités et un autre téléphone *x*, ayant la même résistance apparente, branché entre les deux fils au milieu. Dans ce cas, on trouve quatre points neutres, deux sur chaque fil. Les courants produits par la décharge sont indiqués par les flèches. L'addition d'un shunt réduit donc de moitié les courants perturbateurs dans les téléphones extrêmes. Si des shunts semblables étaient placés aux quarts, les courants traversant les téléphones d'extrémités seraient encore réduits et ramenés au quart de leur valeur primitive.

Ce dispositif n'est pas réalisable pratiquement à cause de l'action des shunts sur le courant téléphonique, mais il a son importance pour montrer l'une des actions qui se produisent quand

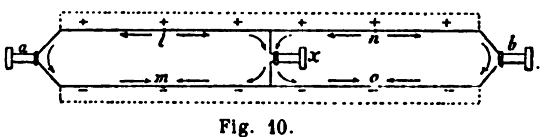


Fig. 10.

les appareils sont placés en dérivation sur des circuits métalliques. Il est intéressant de noter que, dans la figure 10, le téléphone *x* est affecté par un courant deux fois aussi grand que celui qui traverse chacun des téléphones placé aux extrémités.

Avant de terminer, je voudrais décrire une expérience encore. Sur la figure 11, L_1 est le fil perturbateur, et L_2 un circuit téléphonique mis à la terre et placé à 0,013 de L_1. Au milieu

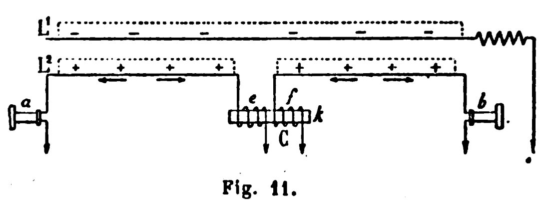


Fig. 11.

de L_3 se trouve un transformateur C avec deux enroulements *e* et *f* en fil de cuivre de chacun 160 ohms de résistance et ayant chacun l'une de leurs extrémités à la terre et l'autre reliée à la ligne, comme le montre la figure. Si l'on admet que la résistance apparente de chaque téléphone est égale à celle de chaque bobine du transformateur, on trouvera un point neutre au milieu de chaque moitié de L_2 et les courants perturbateurs qui traverseront les téléphones extrêmes seront réduits de moitié. Si maintenant on renverse les connexions du transformateur, de manière que la décharge des deux sections de ligne le traverse en sens opposé, aucun magnétisme ne sera produit dans le noyau K et, par suite, les bobines du transformateur offriront un passage facile à la décharge. Il en résultera un déplacement des points neutres vers les téléphones extrêmes et, conséquemment, une réduction plus notable encore des dérangements.

Je n'ai pas eu occasion de faire cette expérience avec un transformateur dont les bobines aient une faible résistance avec un cœfficient

d'induction élevé ; mais, d'après la théorie, nous pouvons prévoir qu'un transformateur de ce genre, ayant ses enroulements reliés différentiellement, débarrassera de mélanges et autres troubles électrostatiques toute ligne mise à la terre et cela sur une longueur considérable. Le nombre de bobines de ce genre susceptibles d'être employées sur une ligne donnée est naturellement limité ; mais, avec des appareils convenables, on peut en employer un grand nombre. Ce dispositif est également intéressant au point de vue des effets d'induction électromagnétique et appelle à l'esprit la question de savoir comment, dans l'avenir, nous pourrons abandonner les circuits métalliques et utiliser de nouveau la découverte de Steinheil.

***

La discussion s'ouvre par une note au cours de laquelle M. Lockwood dit que : « en fait, les dérangements sur les lignes téléphoniques sont dus à « une très grande variété de causes. On a coutume de dire que le téléphone est un électroscope extrêmement sensible ou un galvanoscope et qu'il dénonce des courants presque « infiniment petits. Cette qualification appelle « pourtant quelques réserves et il serait plus « exact de dire que le téléphone est un indicateur sensible de *changements* dans les courants électriques. »

Tout en reconnaissant que M. Carty attribue avec raison à des influences électrostatiques une grande partie des troubles sur les lignes téléphoniques, M. Lockwood pense que l'induction électromagnétique ne doit pas être négligée et qu'elle constitue aussi un facteur perturbateur important. « En tant que le téléphone note seulement « les modifications électriques, nous ne pouvons « pas affirmer, ajoute-t-il, que les sons peuvent « être produits par une charge électrotastique. »

M. Kennelly a cherché à calculer l'importance relative de l'induction électrostatique et de l'induction électromagnétique dans le cas de la figure 2 de M. Carty, en attribuant aux circuits des relations quantitatives déterminées; il demande à M. Carty de citer des expériences qui établissent nettement l'influence prépondérante de l'induction électrostatique dans les cas particuliers qu'il a présentés.

M. Carty affirme que l'effet de l'induction électromagnétique entre fils téléphoniques parallèles peut être négligée. « Quand un homme parle « sur un fil et que ses paroles sont entendues par « induction sur un fil parallèle, cette transmission s'effectue par induction électrostatique et « l'induction électromagnétique est tout à fait « négligeable. »

« Sur la figure 12, T représente la bobine d'un « transmetteur à longue distance envoyant le « courant téléphonique le plus puissant qu'on « puisse produire actuellement. L_1 représente le « fil relié à la terre, nous le supposerons de « 200 pieds de longueur (60,90 m). Plaçons, à « 1/8 de pouce (0,003) de ce fil un autre circuit

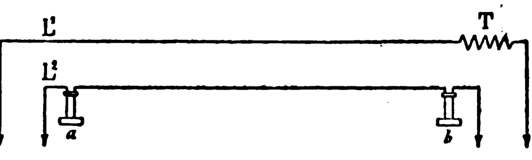


Fig. 12.

« téléphonique parallèle. Ces fils peuvent avoir « un isolement de 10 000 mégohms et leur résistance peut être prise égale à 1 ohm. Un courant résultant d'une note donnée dans le transmetteur à travers le fil L_1 produit une série de « changements dans le champ magnétique environnant et cette action est expliqué *grosso-modo* en admettant que le courant dans L_1 « provoque la formation d'un courant induit de « sens opposé dans L_2, et que ce courant induit « traverse les deux téléphones *a* et *b*. En fait, « dans ces conditions, il n'est perçu absolument « aucun son dans les téléphones *a* et *b*.

« Cela représente le courant le plus énergique « qu'il soit possible de produire avec ce transmetteur; nous obtenons donc les fluctuations « maxima dans le champ magnétique environnant « le fil L_1 et pourtant nous n'observons aucun « trouble dans les téléphones *a* ou *b*. C'est là, « je crois, une expérience décisive.

« Voici maintenant une autre expérience avec « les mêmes fils. Nous ouvrons le fil L_1 (fig. 13) à

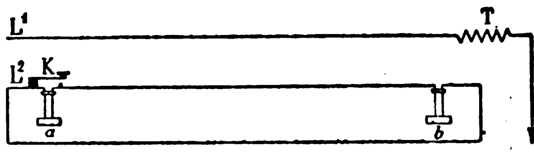


Fig. 13.

« l'extrémité, et, dès que le transmetteur fonctionne, on entend immédiatement du bruit dans « les téléphones placés aux extrémités du fil « secondaire ; tandis que, si l'on place un téléphone *c* au centre exact de la résistance apparente, il restera silencieux. Avec le fil L_1 ouvert « à l'extrémité l'action électrostatique est maxima et l'action électromagnétique minima :

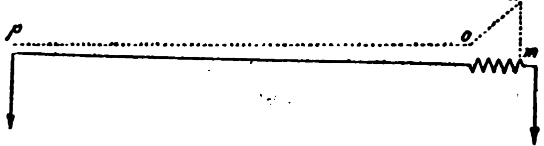


Fig. 14.

« au contraire, quand ce fil est à la terre, nous « avons l'action électrostatique minima et l'action électromagnétique maxima. La figure 14

« permet de se rendre compte de la raison « pour laquelle l'action électrostatique est faible « dans le cas de la figure 12. Sur cette figure 14, « *mn* représente le potentiel du transmetteur ; « comme la résistance du circuit réside surtout « dans le transmetteur, il y a chute de potentiel « rapide dans celui-ci, et, en un point quelconque « le long du fil L_1 le potentiel sera pratiquement « nul, comme le montre la ligne pointillée *op*. »

Au cours de la discussion, M. Carty rend compte d'une autre expérience faite pour établir « que l'induction électromagnétique est négli- « geable quand il s'agit de l'action réciproque « de deux circuits téléphoniques. Je ne m'occupe, « dit-il, absolument que de cette action entre cir- « cuits téléphoniques et non des dérangements en « général. »

« Prenons (figure 15), une ligne L_3 semblable à « celles que nous avons déjà considérées et sup- « posons le circuit complété par un fil de retour « de résistance nulle ou très faible, entièrement en

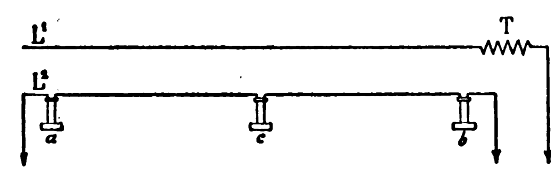


Fig. 15.

« dehors du champ de perturbations, de manière « à éliminer tout ce qui a trait aux pertes à la « terre. Nous supposerons le fil L_1 mis à la terre « par un tuyau à gaz. Le fil perturbateur étant « en position, si le transmetteur entre en fonction « nous entendrons des sons bien marqués dans « les téléphones placés aux extrémités *a* et *b*. Si « ces bruits étaient dus entièrement à la création « d'un champ électromagnétique autour du fil « perturbateur, l'effet sur le fil secondaire devrait « être augmenté en mettant l'un des téléphones « en court circuit par la clef K. Or, on constate « qu'en ce faisant, loin d'augmenter, les sons « dans l'autre téléphone disparaissent absolu- « ment. » La chose s'explique aisément si l'on admet qu'elle est due à une action électrostatique directe. « Nous avons alors sur le fil L_1, à un « moment donné une charge positive donnant « naissance dans le fil L_2 à une charge négative « et, quand la charge inductrice disparaît, la « charge induite se divise et s'écoule par les « deux extrémités. Mais, comme le téléphone *b* « présente une résistance notable tandis que pra- « tiquement il n'y a pas de résistance par la clé « K, la charge et la décharge de L_2 s'effectuent « par l'extrémité où se trouve la clé et n'affectent « pas le téléphone *b*. Voilà, je crois, une démons- « tration complète de la non-intervention des « actions électromagnétiques. Sans doute, quand « le courant traverse L_1 au moment de la charge, « il développe un champ magnétique, mais j'ai « montré que ce champ est si faible qu'il ne « peut produire aucun effet sur le téléphone ; « autrement dit, l'action électromagnétique est si « minime que l'oreille ne peut percevoir de dif- « férence, que cette action s'exerce ou non. »

Sur une observation de M. Prescott, M. Carty déclare que « avec les transmetteurs télépho- « niques les plus puissants en usage aujourd'hui, « avec les courants les plus énergiques que j'aie « pu engendrer pratiquement, je pense que l'ef- « fet de l'induction électromagnétique est négli- « geable ; mais je ne suis pas préparé pour « répondre que cet effet resterait négligeable s'il « était possible d'augmenter l'énergie du cou- « rant. Je dis seulement que, pour le présent, cet « effet est négligeable. »

M. Carty ajoute au cours de la discussion : « Mes expériences ne s'appliquent qu'aux déran- « gements produits dans un circuit téléphonique « par induction due à un autre circuit télépho- « nique. Je me suis servi de la voix humaine « comme source de perturbations, c'est-à-dire « d'une note musicale. »

A New-York, on s'est servi d'un diapason par raison d'économie. Toutes les expériences ont été reproduites en se servant de condensateurs et ont donné des résultats exactement semblables à ceux obtenus avec des fils droits.

(*Inst. of Elect. Engineers de New-York, Séance du* 17 *mars* 1891.)

L. F.

Tables graphiques pour le calcul des pertes de tension jusqu'à 1 volt dans les conducteurs de lampes à incandescence

Par M. H.-R. OTTESEN

Dans les tables usitées jusqu'ici pour calculer la perte de tension, on cherche directement les valeurs en ampères mais non les valeurs métriques. Cette circonstance m'a conduit à construire une table dans laquelle la perte de tension est calculée au moyen de la formule

$$\frac{li}{sv} = q$$

d'où

$$v = \frac{li}{sq}$$

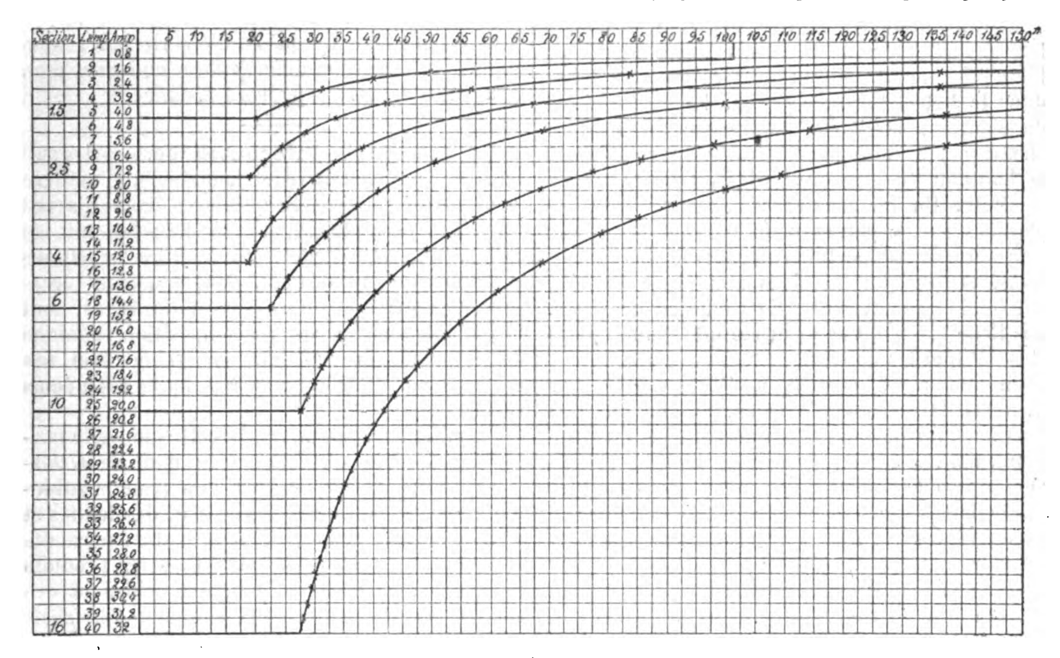
v étant la perte de tension,
l la longueur en mètres,
i l'intensité du courant,
s la résistance spécifique,
q la section du fil en millimètre.

Dans le calcul, je me suis basé sur les règles établies ou prescrites par l'usine d'électricité de Hanovre, d'après lesquelles on doit prendre

$s = 55$ et $i = 0{,}8$ par lampe à incandescence, et calculer les intensités maxima pour les différentes sections de fils.

Dans la table, les abscisses (dans le sens horizontal) représentent le nombre de mètres, et les ordonnées (dans le sens vertical) les sections du fil ainsi que le nombre des lampes ou l'intensité. Dans le système à trois fils, on peut prendre soit le double du nombre de mètres et la pleine intensité, soit le double de l'intensité et le plein nombre de mètres.

Pour les installations de maisons, j'ai pris ordinairement jusqu'à 0,5 volt pour la conduite principale (depuis le coupe-circuit principal jusqu'au tableau commutateur) et jusqu'à 1 volt, pour les branchements (du tableau commutateur aux lampes) ou l'inverse là où l'on prévoyait des agrandissements, la plus grande perte de tension autorisée par les prescriptions ci-dessus ne devant pas dépasser 1,5 volts (depuis le coupe-circuit principal jusqu'à la source lumineuse).



On peut calculer des tables analogues par la même formule pour différentes pertes de tension.

Il n'est pas impossible que ces formules soient trouvées utiles dans la pratique; je n'ai voulu qu'en donner un exemple.

J.

(*Elektrotechnische Zeitschrift.*)

CHRONIQUE

L'Exposition du Travail. — L'Exposition du Travail, organisée au Palais de l'Industrie par les soins de l'honorable M. Ducret, laisse loin derrière elle toutes les expositions du même genre qui ont eu pour cadre l'admirable palais des Champs-Elysées.

Au milieu de l'immense nef, divisée en galeries d'une incomparable splendeur, tous les produits de l'art et de l'industrie, présentés avec une science et un goût que l'on ne trouve qu'à Paris, rivalisent entre eux d'éclat et de richesse. Tout ce qui porte un nom connu dans l'industrie a tenu à prendre part à cette magnifique manifestation du génie humain. Aussi le public, de jour en jour plus nombreux, se presse-t-il au Palais de l'Industrie, sanctionnant par son empressement les efforts accomplis par une direction aussi expérimentée qu'habile.

L'œuvre de la direction, d'ailleurs, ne le cède en rien à celle des exposants eux-mêmes. Elle a su grouper autour de l'exposition des attractions multiples, dignes d'intéresser et de charmer les visiteurs. — Outre les festivals du vendredi, jour *select* où la société élégante applaudit un merveilleux orchestre de 150 exécutants sous la direction de l'habile maëstro Wittmann, M. L. Ducret, désireux d'instruire le public par des leçons de choses, a groupé dans le Palais de l'Industrie de curieuses reconstitutions.

Telle la reconstitution pour ainsi dire vivante, des forges de Champagne, où le public assiste à toutes les phases de la fabrication du fer, depuis l'extraction et le lavage du minerai, jusqu'à la confection définitive des objets les plus délicats et les plus artistiques.

Nous ne pouvons entrer ici dans le détail de

de ces intéressantes exhibitions où, à côté des progrès du XIXe siècle, revivent les anciennes pratiques des siècles passés.

Nous nous contenterons de constater les succès qui les accueillent chaque jour, succès qui sont la récompense de laborieux efforts.

Electroculture. — Des expériences d'électricité appliquées à la culture des pommes de terre, des tomates et du chanvre ont été faites dans le Lot-et-Garonne par M. Barat. Un sillon de chanvre, soumis à l'influence du courant électrique, a fourni des tiges qui avaient $0^m,40$ de hauteur de plus que celles du chanvre non électrisé. Un kilogramme de pommes de terre plantées sur le parcours du courant électrique a produit 21 kg de tubercules très gros et très sains, tandis que les pieds non électrisés n'en ont rendu que 12,400 kg de médiocre grosseur. Les tomates électrisées ont été mûres huit jours plus tôt que les autres.

Un fait assez curieux a été constaté par M. Barat dans ses expériences. Si l'on place à proximité du pôle positif une certaine quantité d'engrais, les éléments en sont transportés du côté du pôle négatif, et leurs effets se font sentir dans cette direction sur une étendue de plusieurs mètres. Il y aurait là une preuve nouvelle de l'opinion émise depuis longtemps sur le rôle de l'électricité dans la végétation, opinion adoptée aussi par M. Specnew : c'est que l'action du courant électrique sur les plantes provient de ce qu'il active la dissolution des principes organiques existant dans le sol et les met ainsi à la portée des racines.

Le télautographe. — Le professeur Elisha Gray, ayant perfectionné l'appareil qu'il a dénommé *télautographe* et dont l'invention remonte à 1889, va, paraît-il, publier sa découverte.

L'appareil dont il s'agit ne se borne pas à transmettre une dépêche à grande distance, il reproduit encore au point d'arrivée un fac-similé du message tel qu'il a été écrit par l'expéditeur. Des dessins, diagrammes, musique, etc., peuvent donc être expédiés à distance.

Un succédané du caoutchouc. — Il s'agit ici non d'un produit végétal, mais d'une matière minérale qui, d'après l'*Ingénieur-Conseil* serait actuellement exploitée près de San-Antonio, au Texas. C'est un hydrocarbure dont les formations sablonneuses et calcaires, dans plusieurs localités de l'ouest et du sud-ouest du Texas, sont fortement imprégnées. Sa composition chimique est semblable à celle des caoutchoucs et ses diverses réactions donnent à peu près les mêmes résultats.

Parmi les usages auxquels cette nouvelle matière, à laquelle on a donné le nom de *lithocarbone*, peut être appliquée on peut mentionner la fabrication des peintures et des laques et celle des isolants; on peut la substituer au caoutchouc durci, à la corne et à tous les produits résistant à l'action de l'eau, des acides et des alcalis ; on peut également l'employer à la fabrication des tissus imperméables.

L'exploitation des gisements de San-Antonio est entre les mains d'un groupe de capitalistes de New-York.

BREVETS D'INVENTION

Du 31 mai au 6 juin 1891

211615 **Société Chateau père et fils.** — Nouveau tableau central téléphonique (23 février 1891).

211616 **Schœller et Jahr.** — Perfectionnements apportés dans la conduite du courant et dans la construction des plaques d'électrodes pour éléments secondaires (23 février 1891).

211617 **Schœller et Jahr.** — Perfectionnements apportés aux batteries secondaires (23 février 1891).

211623 **Zipernowski.** — Nouveau système de distribution et de transformation de l'énergie électrique sur des rayons étendus de consommation de courant (23 février 1891).

211644 **Currie.** — Perfectionnements dans les piles secondaires ou accumulateurs (24 février 1891).

211651 **Adolph.** — Appareil permettant de transmettre télégraphiquement les dessins, imprimés, écritures, etc., dit *Télautographe* (24 février 1891).

211659 **Berrenberg.** — Système de double enveloppe pour tuyaux et robinets, spécialement applicable aux pompes servant à faire le vide dans les lampes à incandescence (24 février 1891).

211660 **Nickerson et Berrenberg.** — Perfectionnements apportés à la fabrication des lampes électriques à incandescence (24 février 1891).

211669 **Parker.** — Perfectionnements dans les appareils télégraphiques (24 février 1891).

211672 **Beau.** — Procédé d'extraction du cuivre des eaux cuivreuses par la cémentation électrolytique (24 février 1891).

211685 **Wright.** — Nouvel électrolyte pour piles électriques (24 février 1891).

211686 **Lemp et Schmidt.** — Perfectionnements relatifs aux procédés propres à souder, braser ou joindre de toute autre manière des bandes, barres, tiges, etc. en métal, par l'électricité, et appareils employés à cet effet (24 février 1891).

211695 **Bolton.** — Perfectionnements dans les grues à main et autres appareils analogues commandés par la vapeur, l'électricité ou autre force motrice (*Brevet anglais devant expirer le* 20 *mars* 1904) (25 février 1891).

L'Editeur-Gérant: GEORGES CARRÉ.

Tours, Imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LES DYNAMOS A COURANTS ALTERNATIFS A TROIS PHASES DÉCALÉES DES ATELIERS D'OERLIKON

Nos lecteurs ont pu lire dans l'*Électricien* [1] le compte rendu des expériences faites par l'établissement d'Oerlikon pour le transport de l'énergie électrique entre Heilbronn et Francfort-sur-le-Mein, ainsi que le mémoire de M. Brown sur les hautes tensions, leur production, leur canalisation et leur emploi [2]. Pour compléter les renseignements déjà donnés, nous décrirons aujourd'hui les machines dynamos spéciales, imaginées par M. Brown et construites par les ateliers d'Oerlikon.

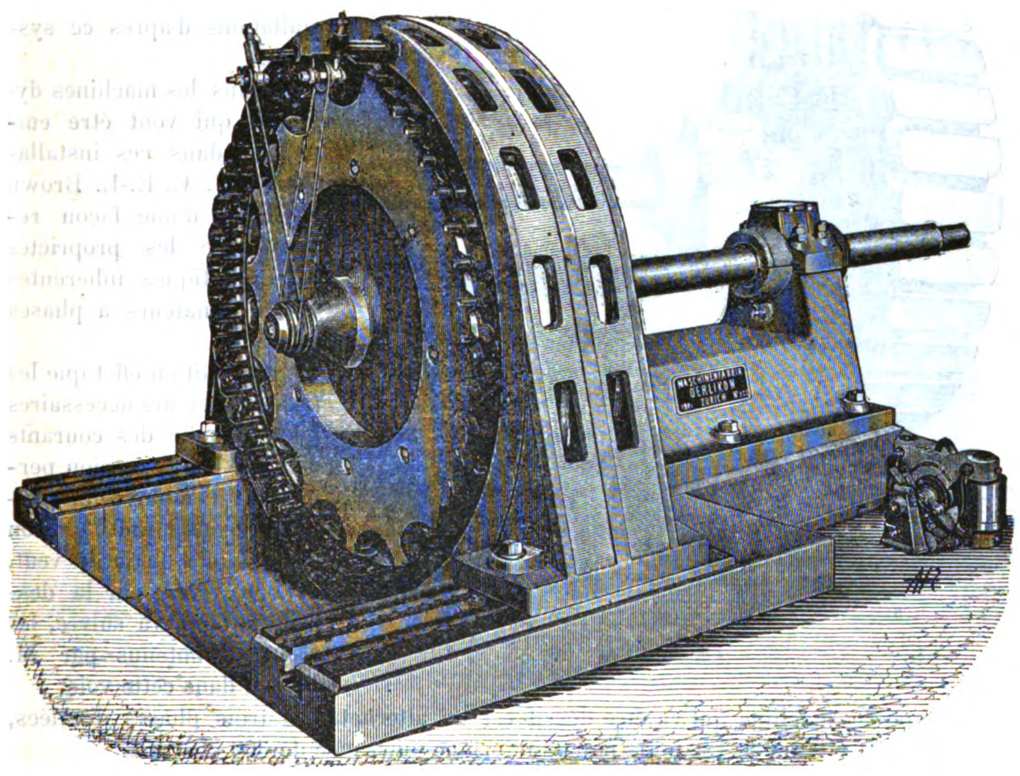


Fig. 1.

La transmission électrique de l'énergie tendant à se généraliser de plus en plus dans la pratique industrielle, le problème de la distribution à de très grandes distances, spécialement pour l'utilisation de puissantes forces hydrauliques, prend une importance de plus en plus grande.

[1] Voir l'*Électricien*, 2e série, tome I, p. 279.
[2] Voir l'*Électricien*, n° 32, p. 97.

Pour faire des installations de ce genre dans les meilleures conditions possibles de rendement économique, il est nécessaire, avant tout, de faire usage de courants ayant des tensions bien supérieures à celles qu'on avait l'habitude d'utiliser jusqu'à présent. Dans ces conditions, on comprend aisément que le courant continu ne se prête pas aux exigences de ces sortes d'installations, tandis que les courants alternatifs, en raison de la facilité avec laquelle ils se prêtent à la transformation, conviennent parfaitement.

Une distribution d'énergie électrique doit permettre, en outre, d'alimenter d'une façon rationnelle des moteurs de toute puissance. Sous ce rapport, les courants alternatifs simples conviennent moins bien à ce genre de distribution que les courants continus. Par contre, les courants alternatifs à plusieurs phases décalées répondent mieux aux conditions nécessaires, à cause de leurs propriétés particulières.

Les ateliers d'Oerlikon qui, de tout temps, se sont occupés spécialement du problème de la transmission électrique de l'énergie, sont en train d'établir plusieurs installations d'après ce système.

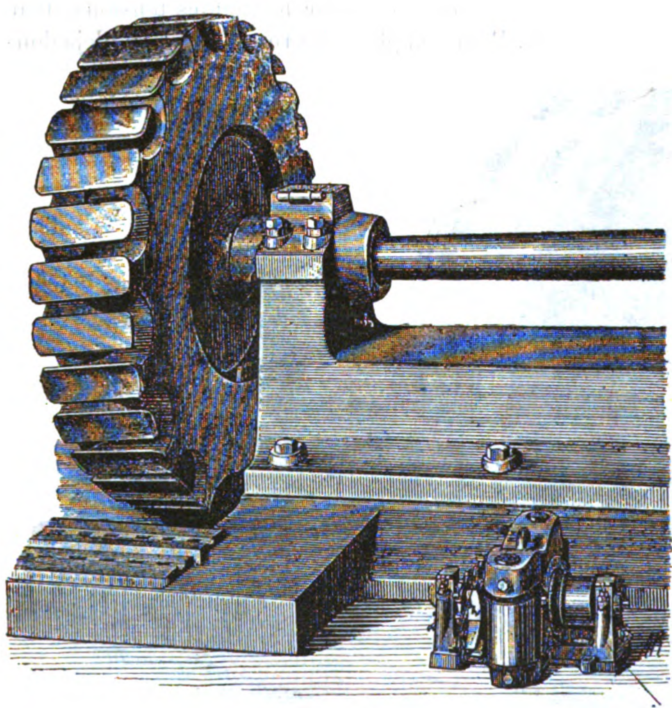


Fig. 2.

Dans les machines dynamos qui vont être employées dans ces installations, M. C.-E.-L. Brown a utilisé d'une façon remarquable les propriétés caractéristiques inhérentes aux alternateurs à phases multiples.

On sait en effet que les transformateurs nécessaires pour obtenir des courants de très haute tension permettent d'employer une dynamo ayant une tension aussi faible qu'on le veut, et l'on verra, par la description qui va suivre, les résultats obtenus par M. Brown dans cette voie.

Le type de machine qui va être décrit est un alternateur à trois phases décalées, absorbant, à la vitesse de 150 tours par minute, une puissance de 300 chevaux.

La figure 1 représente la vue d'ensemble de cette dynamo; la figure 2, la même machine avec l'inducteur dégagé. La petite dynamo que l'on voit à droite de ces deux vues d'ensemble est une machine excitatrice à courant continu.

Les figures 3, 4 et 5 montrent l'une la vue de face, l'autre l'élévation longitudinale et la dernière la vue en plan.

La disposition de l'induit est telle qu'il y a production de trois courants alternatifs décalés de 120 degrés l'un par rapport à l'autre. La tension dans chacun d'eux est de 50 volts seulement et l'intensité du courant de 1,400 ampères.

Pour ne point faire usage de balais collecteurs, ce qui aurait été une très grande difficulté avec de si fortes intensités de courants, l'induit est fixe et le champ magnétique mobile.

Lorsqu'on peut, comme dans le cas actuel, éviter l'emploi de plusieurs circuits groupés en quantité, la section des conducteurs de l'induit doit être très considérable. Dans la dynamo Brown, ces conducteurs ont un diamètre de 29 millimètres et sont constitués par des barres massives de cuivre isolées au moyen d'une enveloppe d'amiante et encastrées dans le fer de l'induit à très petite distance de la circonférence intérieure.

Cette disposition permet d'obtenir certains avantages très importants.

Les courants de Foucault, qui prendraient une valeur énorme et inadmissible dans des barres de si forte section, disposées de la façon ordinaire, sont ici évités complètement. C'est du reste ce qu'ont démontré des essais faits avec des barres encastrées dans le fer de l'induit ayant jusqu'à 50 mm de diamètre ; dans ces conditions, on n'a pu constater la moindre trace de perte d'énergie par courants de Foucault. En outre, l'encastrement des

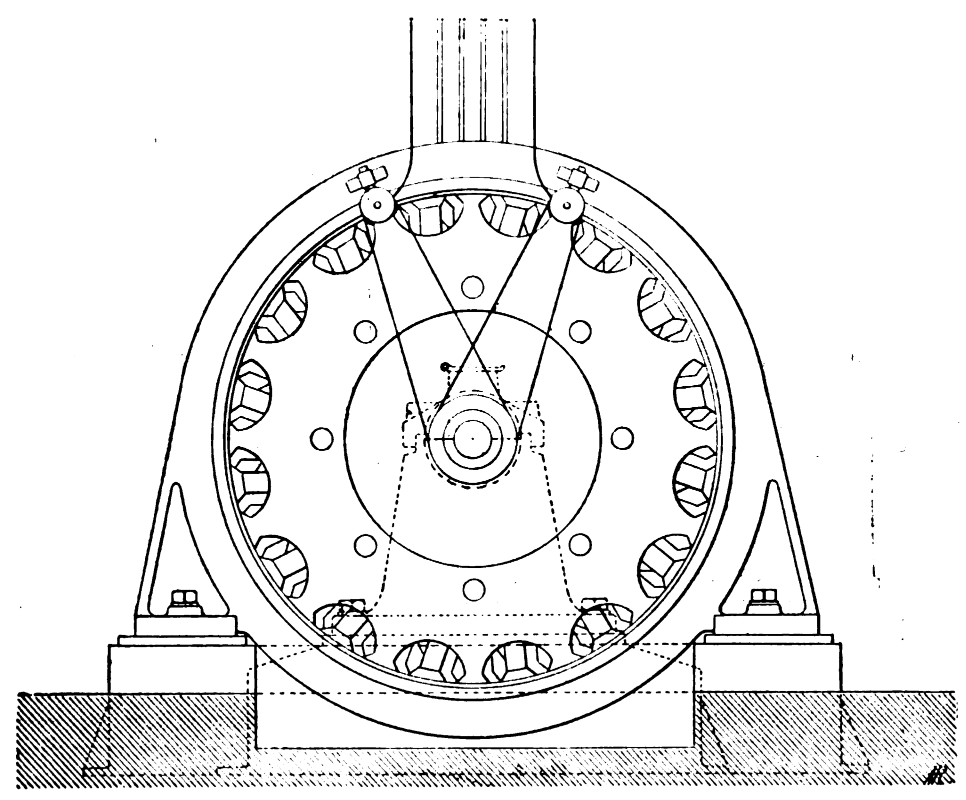


Fig. 3.

barres permet une construction essentiellement mécanique de l'induit, notamment en ce qui concerne le mode d'application de l'isolant. L'emploi de l'amiante rend en outre possible la construction d'un induit entièrement incombustible.

Au point de vue mécanique, l'enroulement de l'induit est très bien protégé contre les influences extérieures, et, naturellement, les conducteurs ne peuvent se trouver déplacés ou endommagés par suite d'un excès de charge ou d'un court-circuit accidentel dans la machine.

Enfin, par suite de l'utilisation avantageuse de l'espace et de la réduction de la résistance magnétique de l'entrefer, l'excitation du champ est bien inférieure à celle d'un induit ordinaire.

Les ateliers d'Oerlikon ont construit avec succès, depuis 1883, des induits avec con-

ducteurs encastrés, mais c'est surtout dans la machine dont nous donnons la description que les avantages de ce système se révèlent d'une manière particulièrement frappante.

Le champ magnétique comporte trente-deux pôles ; chaque circuit de l'induit est donc formé de trente-deux barres, reliées en série par des pièces de connexion transversales. Par suite, le nombre des barres de l'induit est de $3 \times 32 = 96$. La connexion des trois circuits entre eux est analogue à celle qui existe dans les machines pour éclairage à arc de Thomson-Houston. Le fer de l'induit est porté par un cadre en fonte, reposant, au moyen de pattes, sur le bâti. Cet ensemble peut coulisser sur ce dernier dans le sens de l'axe, ainsi qu'on le voit sur la figure 1 ; cette disposition facilite le montage et le nettoyage de la machine.

Le champ magnétique a ceci de particulier que les trente-deux pôles, soit seize de

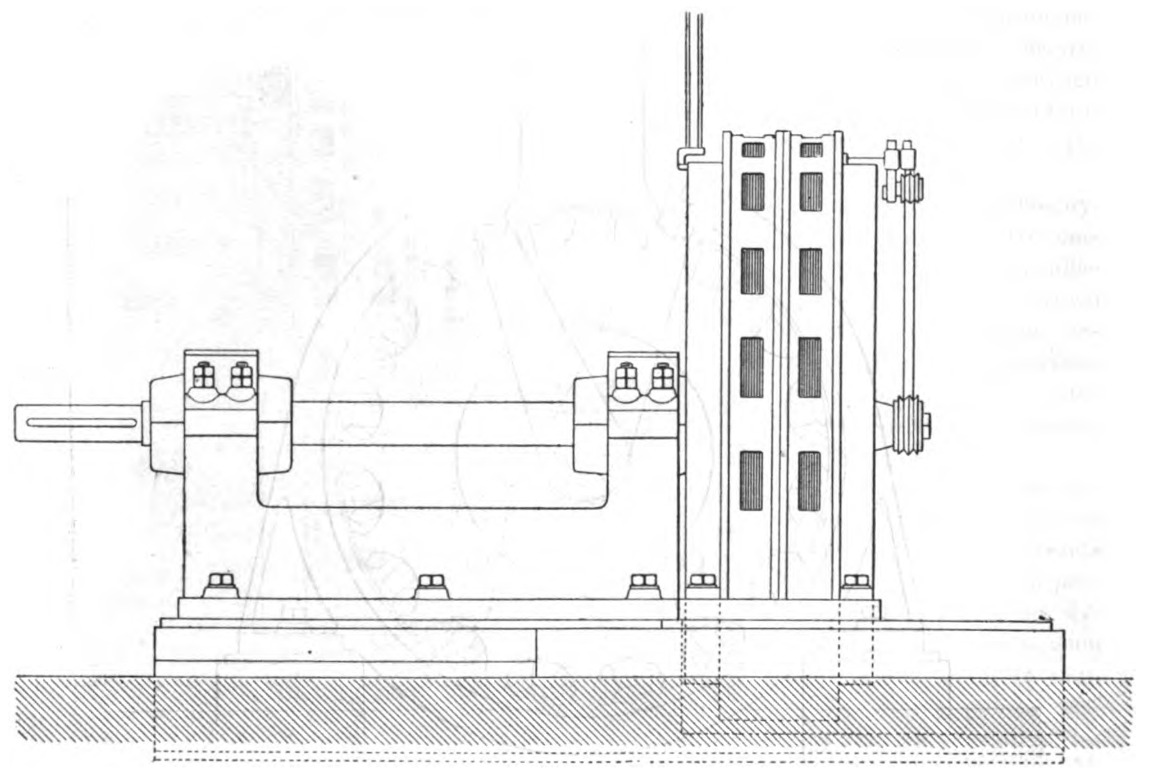


Fig. 1.

chaque signe, sont obtenus à l'aide d'une seule bobine excitatrice, résultat auquel l'inventeur est arrivé très simplement par la disposition suivante :

Sur un noyau en fonte se trouve enroulé le fil de la bobine excitatrice. Sur chacune des deux faces de ce noyau est fixé un disque en acier, qui forme ainsi avec lui une sorte de bobine plate. Chaque disque est muni à son pourtour de seize dents portant des épanouissements polaires qui se logent dans l'intervalle des dents du disque opposé sans les toucher (fig. 2, 5 et 6). On obtient ainsi trente-deux pôles alternés, chaque disque d'acier portant seize pôles de même signe. Cette disposition permet une meilleure utilisation de la bobine excitatrice et de son flux et, par suite, exige un courant d'excitation plus faible, un poids de cuivre beaucoup moindre, comme le démontrent les données ci-dessous. En outre la construction de l'inducteur à trente-deux pôles est d'une grande simplicité, puisqu'il ne comporte que quatre pièces, ce qui n'est pas à dédaigner pour une partie mobile soumise à de grands efforts.

La transmission du courant excitateur à la bobine du champ s'effectue au moyen de deux cordes métalliques passant d'une part sur deux anneaux fixés sur le moyeu, d'autre part sur deux poulies fixées au bâti et communiquant avec les bornes (voir fig. 1). Le courant excitateur passe donc par les bornes, les cordes, et arrive à la bobine mobile de l'inducteur. Ce dernier est placé en porte-à-faux sur un arbre de fortes dimensions, maintenu par un double palier fixé lui-même sur la plaque de fondation. L'extrémité libre de l'arbre est en communication directe ou indirecte avec le moteur ou avec la machine ou la transmission à actionner.

Il est évident que cette machine peut aussi fonctionner comme moteur ; dans ce cas

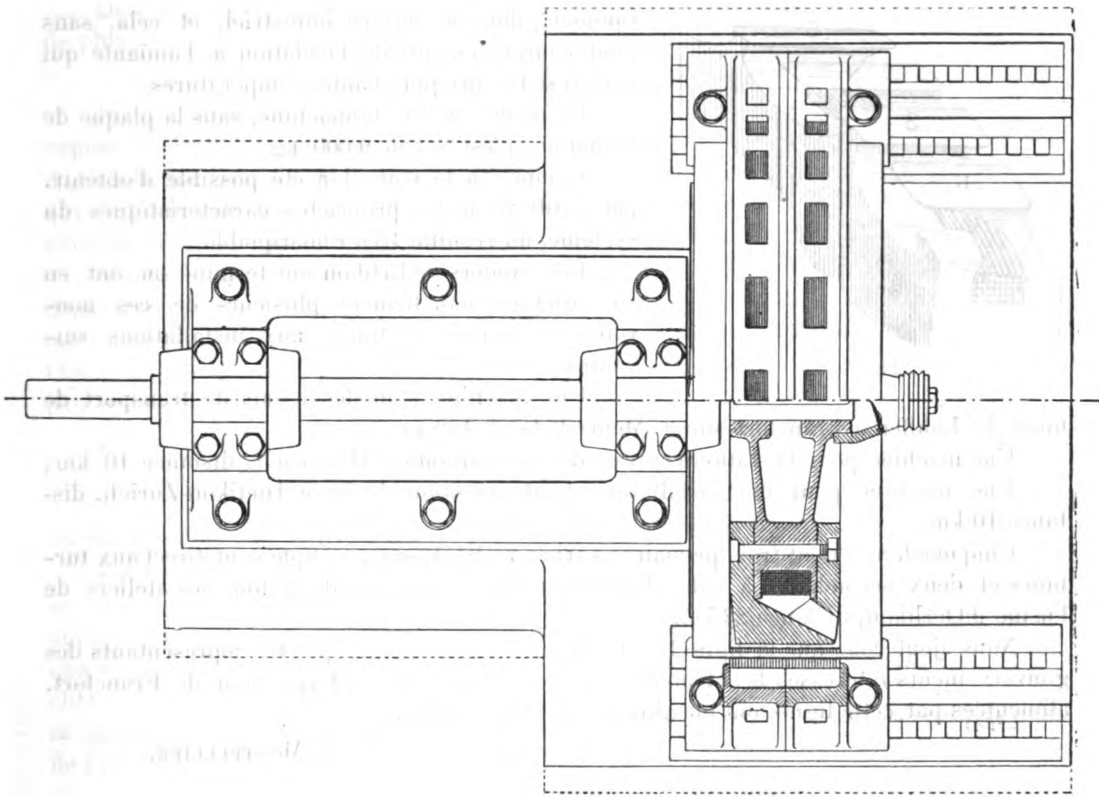


Fig. 5.

elle marche synchroniquement avec le générateur, mais diffère en cela d'une machine ordinaire à courants alternatifs, qu'elle peut démarrer toute seule. Naturellement, il ne faut exciter le champ qu'une fois le synchronisme établi. Dans le cas où le générateur et le moteur sont mis en mouvement en même temps, l'excitation du champ peut avoir lieu depuis le commencement et le moteur développe alors un effort considérable.

Quelques chiffres ne sont pas sans intérêt :

Le poids total du cuivre pour le champ magnétique n'est que de 300 kg, c'est-à dire une faible partie seulement de celui qui est nécessaire à d'autres machines de puissance semblable. A titre de curiosité, on peut signaler le fait que, pour exciter la machine à circuit ouvert à 30 volts, avec la vitesse normale, il suffit d'une énergie de 100 watts, ce qui est un résultat surprenant. En tenant compte de la réaction de l'induit, ce chiffre devient un peu supérieur pour la pleine charge; il reste toujours inférieur à un pour cent de la puissance de la machine.

Quelques essais faits sur cette machine ont démontré qu'en pleine vitesse et avec l'excitation correspondant à la tension normale, les pertes provenant du frottement sur les paliers, de l'hystérésis, etc., représentent 3 600 watts, soit 1,6 à 1,7 0/0 de la puissance totale.

En ajoutant à ceci la perte dans le cuivre de l'induit, calculée pour la pleine charge, soit 3 500 watts, et l'énergie nécessaire à l'excitation, on arrive à un rendement industriel total de 96 0/0 en chiffres ronds, rendement qui, croyons-nous, surpasse tout ce qui a été obtenu jusqu'ici dans les machines de puissances et vitesses analogues. Par suite de ces faibles pertes, l'échauffement est tout à fait insignifiant et la dynamo peut résister facilement aux excès de charge qui se produisent couramment dans le service industriel, et cela, sans tenir compte encore de l'isolation à l'amiante qui peut résister aux plus hautes températures.

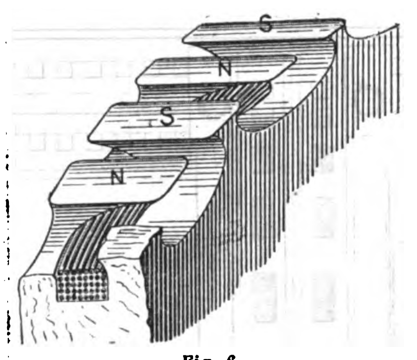


Fig. 6.

Le poids total de la machine, sans la plaque de fondation, n'est que de 9 000 kg.

Comme on le voit, il a été possible d'obtenir, par l'utilisation des propriétés caractéristiques du système, un résultat très remarquable.

Les ateliers d'Œrlikon ont terminé ou ont en construction actuellement plusieurs de ces nouvelles machines, destinées aux installations suivantes:

Une machine pour les essais de transport de force de Lauffen à Francfort-sur-le-Mein, distance 180 km ;

Une machine pour la station centrale de distribution de Heilbronn, distance 10 km;

Une machine pour une installation de distribution de force Dietikon-Zurich, distance 10 km;

Cinq machines, dont trois primaires à arbre vertical pour accouplement direct aux turbines et deux secondaires à arbre horizontal pour la commande de tous les ateliers de l'usine d'Oerlikon, distance 23 km.

Nous ajouterons que la ligne Lauffen-Francfort a été reçue par les représentants des gouvernements intéressés le 24 août, et que les lampes de l'Exposition de Francfort, alimentées par cette ligne, ont été allumées le 25 août dernier.

J.-A. Montpellier.

FABRICATION ÉLECTROLYTIQUE DU CARBONATE DE SOUDE

En décrivant son procédé pour préparer électrolytiquement des carbonates et des bicarbonates alcalins et alcalino-terreux, le chimiste berlinois Marx a fait une critique très sévère de l'électrolyse des chlorures et il a fait ressortir d'une manière très tranchée les écueils contre lesquels sont allé échouer tant de chimistes qui croyaient que le seul fait de se servir du courant électrique pour décomposer une solution de chlorure était suffisant pour produire industriellement du chlore et des alcalis, et tant d'électriciens qui comptaient n'avoir point à se préoccuper des réactions chimiques ou plutôt électrochimiques auxquelles donne lieu l'électrolyse des solutions de chlorure de sodium.

Qu'arrive-t-il quand on fait passer le courant électrique dans de l'eau salée?

On a, dit Marx, d'abord $\begin{cases} 2NaCl = 2Na + 2Cl \\ 2Na + 2H^2O = 2NaOH + 2H \end{cases}$

Mais, comme la soude caustique qui se forme est décomposée par le courant, il y a formation de 2H pour 1 équivalent d'O, c'est-à-dire simple décomposition de l'eau :

$$NaOH = Na + H + O$$
$$Na + H^2O = NaOH + H$$

D'un autre côté, il y a accumulation de soude caustique vers l'anode, où la première des deux équations ci-dessus nous montre qu'il se forme du chlore tandis que la deuxième fait voir qu'il se forme de l'oxygène, ce qui fait qu'on obtient

1° $NaOH + 2Cl = NaClO + HCl$

2° $NaOH + HCl = NaCl + H^2O$

Donc il y a production de chlorure de sodium à côté de l'hypochlorite de sodium et, de plus, il y a formation de chlorate sous l'influence du dégagement d'oxygène.

$$NaClO + 2O = NaClO^3$$

Jusqu'à présent, le tableau que nous fait Marx des vicissitudes auxquelles est exposé le téméraire qui veut fabriquer de l'hypochlorite de sodium par la décomposition d'une solution de chlorure de sodium n'a rien de bien encourageant, puisque la soude qui s'était formée se décompose ainsi que l'eau, avec complication de retour de l'hypochlorite à l'état de chlorure de sodium et formation de chlorate.

Mais ce n'est pas tout : voici d'autres formules sur lesquelles Marx s'appuie pour démontrer que le courant électrique transporte mécaniquement du chlore vers la cathode qui est le centre d'évolution de la soude et de l'hydrogène et, par conséquent, à côté de l'hypochlorite qu'on cherchait à obtenir, on a du chlorure de sodium qu'on ne demandait pas et dont on n'a nul besoin.

1° $NaOH + 2Cl = NaClO + HCl$

2° $NaOH + HCl = NaCl + H^2O$

3° $NaClO + 2H = NaCl + H^2O$

ou simplement $Na + Cl = NaCl$ par influence du sodium libéré.

Est-ce aux théories de Marx que le Dr Hurter a emprunté ses arguments pour combattre les affirmations que faisaient les chimistes Cross et Bevan, il y a quelques années, au sujet du blanchiment Hermite ? Ou bien, est-ce à Hurter que Marx doit ses observations critiques sur l'électrolyse des chlorures en solution ? Je n'ai pas à le rechercher. Je constate simplement que les obstacles à surmonter sont très sérieux, et que, si tout ce qu'avance Marx est vrai, il y a de quoi faire naître un véritable désespoir dans l'âme de l'électrochimiste qui entreprend la corvée de la décomposition de la vulgaire eau salée, et qui, en voyant les extravagantes choses qui naissent, se combinent, se décomposent et reparaissent sous divers aspects, est tenté de dire comme Arnal, dans je ne sais plus quelle pièce :

« J'avais semé sur ma fenêtre des pois de senteur, de la tubéreuse, des œillets et du réséda. Savez-vous ce qu'il est venu ?

« Il est venu un sergent de ville qui m'a dit que, si je ne retirais pas mes pots de fleurs de la fenêtre, il me dresserait un procès-verbal. »

Ce n'était pas assez des inconvénients que j'ai signalés plus haut, Marx nous explique que, malgré tout cela, le courant électrique donne toujours naissance à du chlore et à de la soude, et je prends bonne note de cette déclaration consolante. Mais, s'empresse-t-il d'ajouter, plus on électrolyse, et plus on s'approche du phénomène de la simple décomposition de l'eau, d'où il résulte qu'il y a perte considérable d'électricité sous forme de chaleur, par suite de la formation et de la reformation de ce sel, et que ces transformations provoquent un contre-courant qui polarise une partie du courant primitif, avec production de chaleur non utilisable.



Il en est de l'abus des formules de chimie, comme des jeux de comptabilité qui ne servent parfois qu'à masquer des vides. Marx a poussé trop loin l'enchevêtrement des réactions électrolytiques, mais nous allons bientôt voir ce qu'il a trouvé pour remédier à ces vices originels, qui semblent condamner d'avance toutes les tentatives de décomposition de solutions de chlorure à un échec aussi complet qu'inévitable.

Le procédé Marx repose tout simplement sur l'enlèvement de la soude caustique avant qu'elle ne puisse agir, ou qu'elle ne subisse une influence nuisible; cette élimination s'effectue de la façon la plus avantageuse, dit Marx, en faisant arriver un acide qui forme avec le sodium un sel moins soluble que le sel à décomposer, et cet acide bienfaisant, qui est le salut de l'électrolyse des solutions de chlorure, c'est l'acide carbonique.

On pourrait, dès que la solution de soude est suffisamment forte, interrompre l'électrolyse, introduire de l'acide carbonique, enlever le précipité de bicarbonate, saturer de nouveau la lessive restante avec du sel et recommencer pour ainsi de suite continuer, autant qu'on veut.

Mais Marx préfère se servir de cuves communiquant entre elles au moyen de tuyaux et divisées dans le sens de leur longueur au moyen de cloisons poreuses.

On n'avait pas attendu le chimiste allemand Marx pour se servir d'acide carbonique dans l'électrolyse des solutions de chlorure de sodium, en vue de la fabrication de la soude. Il y a belle lurette que cela s'est pratiqué; et, si Marx connaissait ses auteurs, il saurait que, deux ou trois ans avant lui, l'italien Rovello, de Turin, s'était servi avec succès d'acide carbonique dans le compartiment négatif où se formait la soude.

Les anodes et les cathodes sont formées de charbon entouré de charbon, dispositif très connu pour offrir une plus grande surface.

A l'instar de Kellner, Marx qui, décidément, manque d'originalité, fait circuler la solution de sel du compartiment positif en sens contraire de celle du compartiment négatif. De cette façon, la solution de chlore la plus forte est opposée à la solution de soude la plus faible, et, par conséquent, la soude et le chlore ne se combinent pas aussi facilement et il y a diminution dans la polarisation par suite du moindre potentiel.

La solution de soude, dès qu'elle a atteint le degré de richesse désirée, c'est-à-dire dès qu'elle contient plus de soude caustique qu'il ne peut ultérieurement en rester en dissolution sous forme de bicarbonate, est envoyée dans un appareil à carbonatation et, après que le bicarbonate en a été séparé par filtration ou par décantation, on la sature de sel et on s'en sert de nouveau.

Ici, surgit une question d'économie, que suggèrent ces saturations, qui, au prix où est le sel, doivent coûter assez cher. A quoi bon dépenser du charbon pour électrolyser de l'eau salée, si ce n'est que pour produire sans économie du carbonate de soude. Marx en effet, ne cherche nullement à tirer parti du chlore qu'il produit au pôle positif ; non seulement ce chlore, qui lui a coûté quelque chose cependant, quand il l'a tiré de l'électrolyse de la solution de sel, ne lui rapporte rien, mais il s'en débarrasse, en augmentant encore sa dépense, puisqu'il déclare qu'il chasse le chlore de la solution au moyen d'un courant d'air, de la chaleur ou du vide, et que de cette façon sa solution peut être électrolysée à nouveau. Ceci est tout simplement du gaspillage de vandale.

Pour éviter cette perte, Marx imagina d'introduire entre ses deux compartiments positif et négatif un compartiment étroit rempli de lait de chaux dans lequel barbotait l'air d'une soufflerie. Lorsque la solution était trop riche en chlorure de calcium, il décomposait l'hypochlorite par l'acide carbonique et il se servait de l'acide hyperchloreux pour en faire un liquide décolorant. C'est au voltmètre et à l'ampèremètre qu'il faudrait demander ce que coûte, comme résistance et perte d'énergie, ce troisième compartiment. Mais la question de la production à bon marché n'intéresse nullement l'électrochimiste allemand ; il a débuté par de très doctes théories enrubannées de formules multiples, il a

prouvé que personne avant lui n'avait su faire proprement une électrolyse de chlorure de sodium et, quelque convaincu qu'il puisse être qu'il a résolu victorieusement le problème, je crois fermement que tout lecteur, qui, sans s'assoupir, à pu suivre jusqu'au bout l'abrégé que je viens de faire de la méthode de Marx, conviendra avec moi que toutes les choses bonnes qui s'y trouvent étaient connues et que toutes celles qui y peuvent être nouvelles ne valent rien.

Au cours de cet article, j'ai cité le Dr Hurter, ce terrible adversaire de l'électrolyse, à laquelle il ne peut pardonner les déceptions cruelles que lui a causées son traitement électrolytique des sulfures alcalins. J. Marx est à peu près le seul qui ait trouvé grâce devant Hurter ; mais cela importe peu, les condamnations à mort de ces juges-là ne tuent pas toujours les gens, et les brevets de génie qu'ils décernent à ceux qui sont de leur avis, ou appartiennent à la même confrérie chimique, ne sont pas toujours des passeports pour l'immortalité ni même pour la célébrité.

Si je reviens sur ce sujet, c'est que je me souviens de l'anecdote qu'en réponse à la tirade du Dr Hurter contre ceux qui cherchent à produire de la soude par l'électrolyse, le chimiste Maupratt, faisant chorus avec lui, raconta dans la même séance (en 1887 ou 1888) avec une certaine jovialité, pour corroborer les assertions du préopinant Hurter au sujet des chimères que ces rêves creux d'électriciens caressent lorsque, dans leurs expériences sacrilèges, ils veulent détrôner la chimie et la remplacer par l'électrochimie :

« Ce que le Dr Hurter a si éloquemment dit de l'utopie de la soude, je pourrai, « à plus forte raison, le répéter à propos du chlorate de potasse. Figurez-vous que j'ai « eu l'occasion de voir dernièrement, en France, un électricien qui prétend qu'il a trouvé le « moyen de fabriquer le chlorate de potasse au moyen de l'électrolyse, et cela sur une « grande échelle et à meilleur marché que par les procédés actuels. Je dois avouer que « cela ne m'a guère effrayé, et, après avoir entendu le professeur Hurter, je pense que « cette possibilité de la fabrication électrolitique du chlorate de potasse n'est qu'un futur « contingent encore bien éloigné. La difficulté, en effet, sera toujours, quand on procédera par électrolyse, de séparer les produits d'avec les matières premières. On n'y « arrivera jamais. »

Laissons cette grave facétie pour ce qu'elle vaut. Les augures qui, jadis, ne pouvaient se rencontrer sans rire, font aujourd'hui rire d'eux. C'est un métier dangereux que celui de prophète, et malgré les prédictions sinistres de M. Maupratt, il se fabrique, chaque jour, dans l'usine de MM. Montlaur et Gall, plus d'une tonne de chlorate de potasse. Les inquisiteurs de la chimie auront beau faire le procès à l'électrochimie, celle-ci vaincra et son jour vient.

E. Leonardi.

LAMPE A ARC SYSTÈME LŒVENBRUCK

Il y a aujourd'hui environ 1 800 à 2 000 lampes à arc ayant fait l'objet de brevets. Le nombre de celles qui ont reçu la sanction de la pratique est relativement fort petit. Ce fait peut s'expliquer par les raisons multiples dont, *a priori*, les principales paraissent être la difficulté d'introduire avec succès sur le marché un appareil ayant déjà des similaires réputés bons, et celle de réaliser un dispositif assez simple et en même temps assez parfait pour offrir des avantages économiques que ne possèdent point les autres.

Un fonctionnement irréprochable, un prix peu élevé, ont été bien souvent revendiqués par les inventeurs de lampes à arc ; cependant jusqu'ici on n'a point trouvé ces conditions réunies d'une manière assez évidente et les lampes les plus satisfaisantes sont toujours celles qui présentent une certaine complexité d'organes et ne peuvent, par suite, être livrées à l'acheteur au bas prix que celui-ci est naturellement porté à rechercher.

**

Est-ce à dire qu'en matière de lampes à arc on ne puisse atteindre ce desideratum

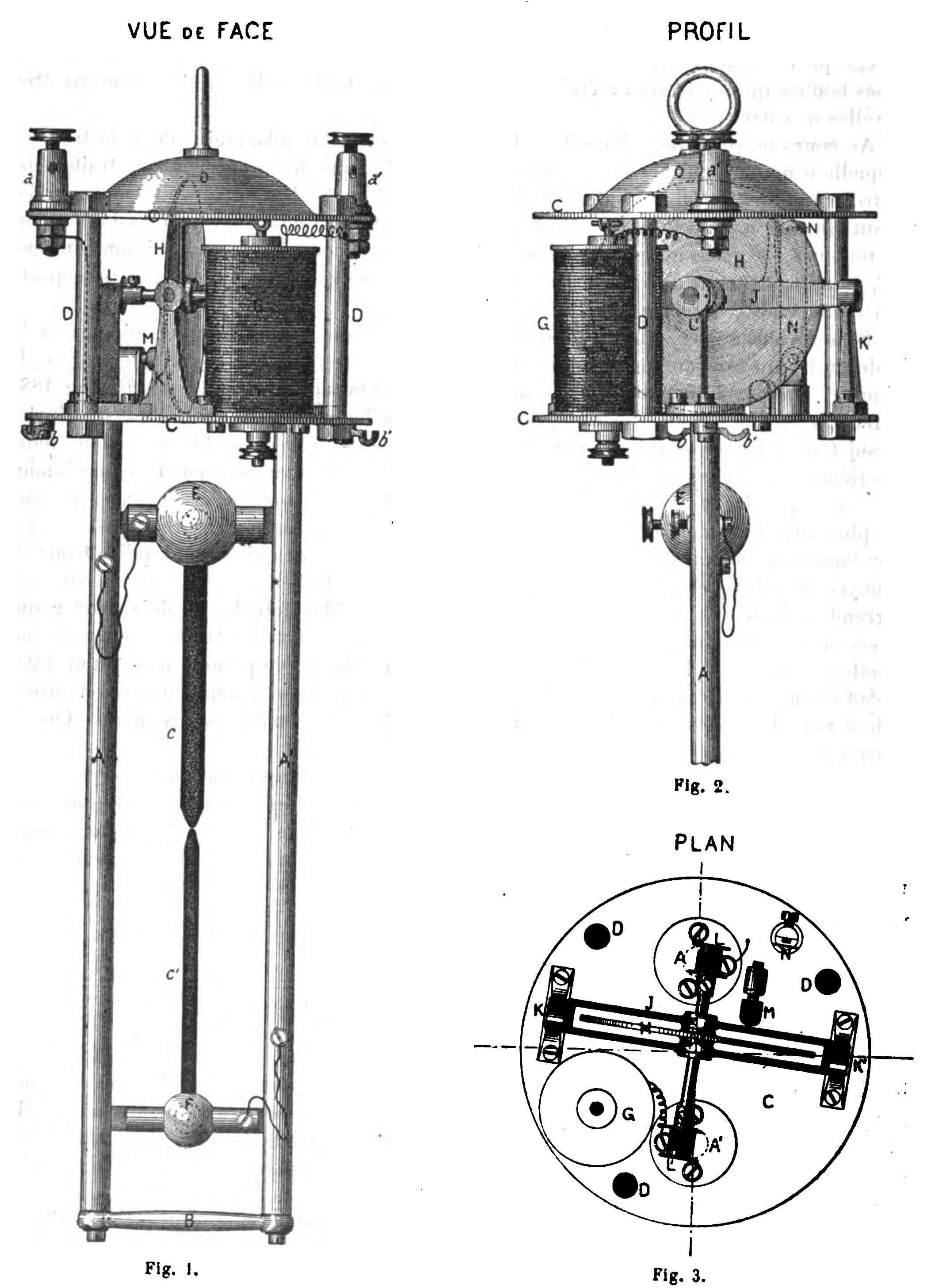


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

conciliateur des intérêts opposés en même temps que parallèles de la production et de la consommation ? Ce n'est pas tout à fait notre avis.

Notre esprit est ainsi fait que, dans la recherche des petites inventions comme dans celle des conceptions plus élevées, il est conduit à passer du complexe au simple, après avoir, quelquefois pendant longtemps, erré dans des détails et des minuties dont il ne parvient que progressivement à se débarrasser. Nous ne voulons pour preuve de cette assertion, dans la question qui nous occupe, que les régulateurs primitifs. La plupart ne sont-ils pas de véritables machines comportant des pièces de précision et des rouages compliqués ? Nous voyons les plus modernes se simplifier et les plus simples se trouvent être souvent les moins défectueux.

Nous avons à constater aujourd'hui un nouveau et grand pas fait dans cette voie par M. Lœvenbruck. La lampe qu'il vient de faire breveter est simple, solide, et sa construction réellement économique ; elle a déjà fait ses preuves dans l'industrie.

La figure 1 ci-contre en est une vue de face, la figure 2 un profil, et la figure 3 le plan.

G est un solénoïde renfermant un noyau mobile en fer doux, articulé à l'extrémité d'un bras de levier coudé, solidaire d'un support J pouvant basculer sur deux pivots KK'. H est un volant pouvant tourner sur un axe LL' faisant corps avec lui. Cet axe porte à chacune de ses extrémités une petite poulie à gorge sur laquelle un ruban est enroulé. L'un de ces rubans, enroulé dans un sens, s'attache à l'intérieur d'une tige creuse en cuivre A au porte-charbon supérieur E ; l'autre, enroulé dans le sens opposé, est fixé dans la tige A' au porte-charbon inférieur F. N est un ressort-lame agissant par l'intermédiaire d'un bras de levier fixé au support J du volant pour faire basculer ce dernier et le ramener au contact du frein réglable M, qui limite son mouvement de bascule.

Ces organes sont disposés entre deux plaques de base CC, maintenues par trois colonnes DDD et recouverts, quand la lampe est en service, par une enveloppe cylindrique fixée au moyen des crochets *bb'*.

Les porte-charbons supérieur E et inférieur F glissent dans les rainures des deux tiges creuses A et A', maintenues à la partie supérieure par la plaque de base C et à la partie inférieure par une entretoise B. La tige A est isolée de cette dernière, ainsi que du porte-charbon inférieur et du massif par des pièces de fibre vulcanisée ou d'ébonite ; elle est reliée à la borne d'entrée *a* de la lampe et un fil souple assure sa bonne communication avec le porte-charbon supérieur. La tige A', isolée du massif, est reliée au porte-charbon inférieur d'une part et au solénoïde G de l'autre, l'enroulement de ce dernier aboutissant directement à la borne de sortie *a'*. Le massif de la lampe se trouve ainsi complètement en dehors du circuit.

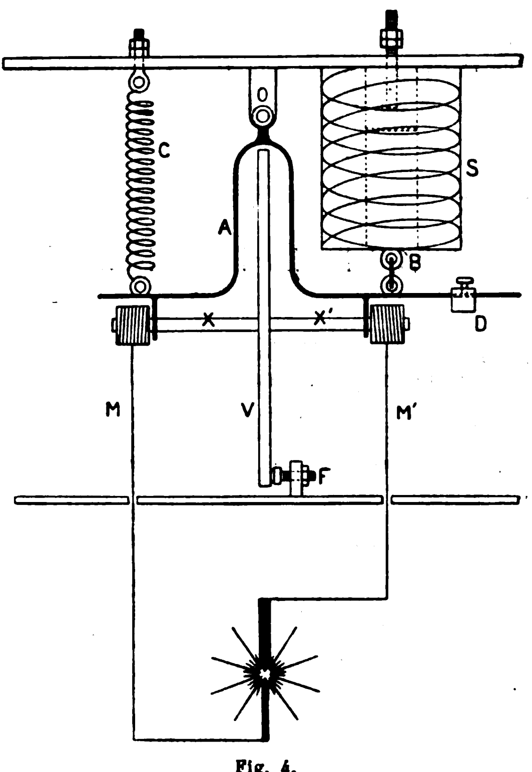


Fig. 4.

L'appareil vient d'être assez complètement décrit pour que l'on suive aisément la marche du courant. Le diagramme (fig. 4) permettra d'ailleurs de se rendre compte des actions qui se produisent pendant le fonctionnement de la lampe. Dans ce diagramme le

noyau B du solénoïde S est figuré comme étant articulé par sa partie inférieure sur le support du volant ; c'est le contraire qui existe dans la lampe représentée par les figures 1, 2 et 3 ci-dessus. Il y a aussi en D un contrepoids qui a été supprimé dans la lampe telle qu'elle est construite aujourd'hui ; on a donné au ressort C, qui est en réalité une lame d'acier fixée verticalement sur la plaque de base inférieure, une force plus grande pour compenser la suppression de ce contrepoids.

Au repos, les charbons sont au contact par l'effet du poids du porte-charbon supérieur. En arrivant dans la lampe le courant traverse le charbon supérieur, passe par le charbon inférieur et sort par le solénoïde. A ce moment le noyau B (fig. 4) est attiré et fait basculer sur son pivot O le support A et l'arbre XX′ du volant; en même temps le volant bute contre le frein F ; par suite, les charbons s'écartent légèrement et l'arc se forme ; tout s'arrête jusqu'à ce que l'arc s'allonge et devienne plus résistant. Le courant devenant moins intense, l'action du solénoïde sur le noyau mobile B est moins puissante, le ressort du rappel C prend de la prépondérance et, le volant appuyant avec moins de force sur le frein, l'arbre XX′ peut tourner, entraîné par le poids du porte-charbon supérieur suspendu au ruban M′. Le porte-charbon inférieur, moins lourd, est soulevé par le ruban M enroulé sur sa poulie en sens contraire du ruban M′. Les deux charbons se rapprochent, l'arc reprend sa résistance normale et le volant bute de nouveau contre le frein.

Ces actions se produisent d'une manière insensible, sans à-coups et se répètent jusqu'à ce que les charbons soient usés. La grosseur proportionnelle de ceux-ci étant convenablement choisie, le foyer lumineux est absolument fixe.

Cette lampe, telle qu'elle vient d'être décrite, est destinée à être montée en dérivation. Pour la monter en série il suffit de la pourvoir d'un double enroulement différentiel.

On remarquera que les organes régulateurs occupent un espace fort restreint. La lampe n'a ainsi qu'une faible longueur, extrêmement favorables aux effets décoratifs.

A. Michaut.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Les nouvelles installations de l'Institut électrotechnique Montefiore, à Liège

Depuis la création, en 1883, de l'Institut Montefiore, les cours et les exercices pratiques ont été suivis par un nombre d'élèves qui aujourd'hui atteint le chiffre de 201, parmi lesquels on compte 111 Belges, 28 Italiens, 13 Hollandais, 7 Espagnols, 6 Brésiliens, 6 Russes, 5 Français, 5 Anglais, 3 Allemands, 2 Américains (E.-U.), 2 Autrichiens, 2 Argentins, 2 Bulgares, 1 Grec, 1 originaire des Indes hollandaises et 1 du Nicaragua.

Le nombre des inscriptions annuelles allant en s'accroissant (dans la présente année il est de 33), les premières installations de l'Institut étaient devenues absolument insuffisantes pour les travaux pratiques qui tiennent une très large place dans l'enseignement qui y est donné.

D'autre part, les progrès incessants tant de la science que de l'application de l'électricité, nécessitaient des modifications et surtout une large extension des installations; il fallait notamment doter l'atelier, les laboratoires, les salles d'essais et de recherches du matériel et des appareils permettant de maintenir le rapport qui doit exister entre les travaux d'expérience et l'étude chaque année plus complète de la science.

Cédant à ces considérations, et sur l'initiative de M. Montefiore, le Gouvernement belge vient de mettre à la disposition de l'Institut un spacieux édifice de la rue Saint-Gilles, autrefois occupé par l'école normale des Humanités, ainsi que les fonds nécessaires à son approbation. De son côté, M. Montefiore, par un acte de munificence plus généreux encore que les précédents, a voulu permettre de réaliser dans le nouvel Institut des installations incomparablement plus complètes et plus importantes que les premières.

Ces installations, qui ont été étudiées avec la compétence qu'on lui connaît par M. le professeur Eric Gerard, directeur de l'Institut, sont actuellement en cours d'exécution et seront terminées pour la rentrée, en octobre prochain.

Indépendamment de l'enseignement technique

général, il est fait deux cours spéciaux à l'Institut :

1° Le cours théorique approfondi de l'électricité et du magnétisme, complété par l'étude des méthodes et des moyens de mesure ;

2° Le cours d'électrotechnique, subdivisé comme il suit :

***a*) Etude des générateurs de courant et des transformateurs ;**

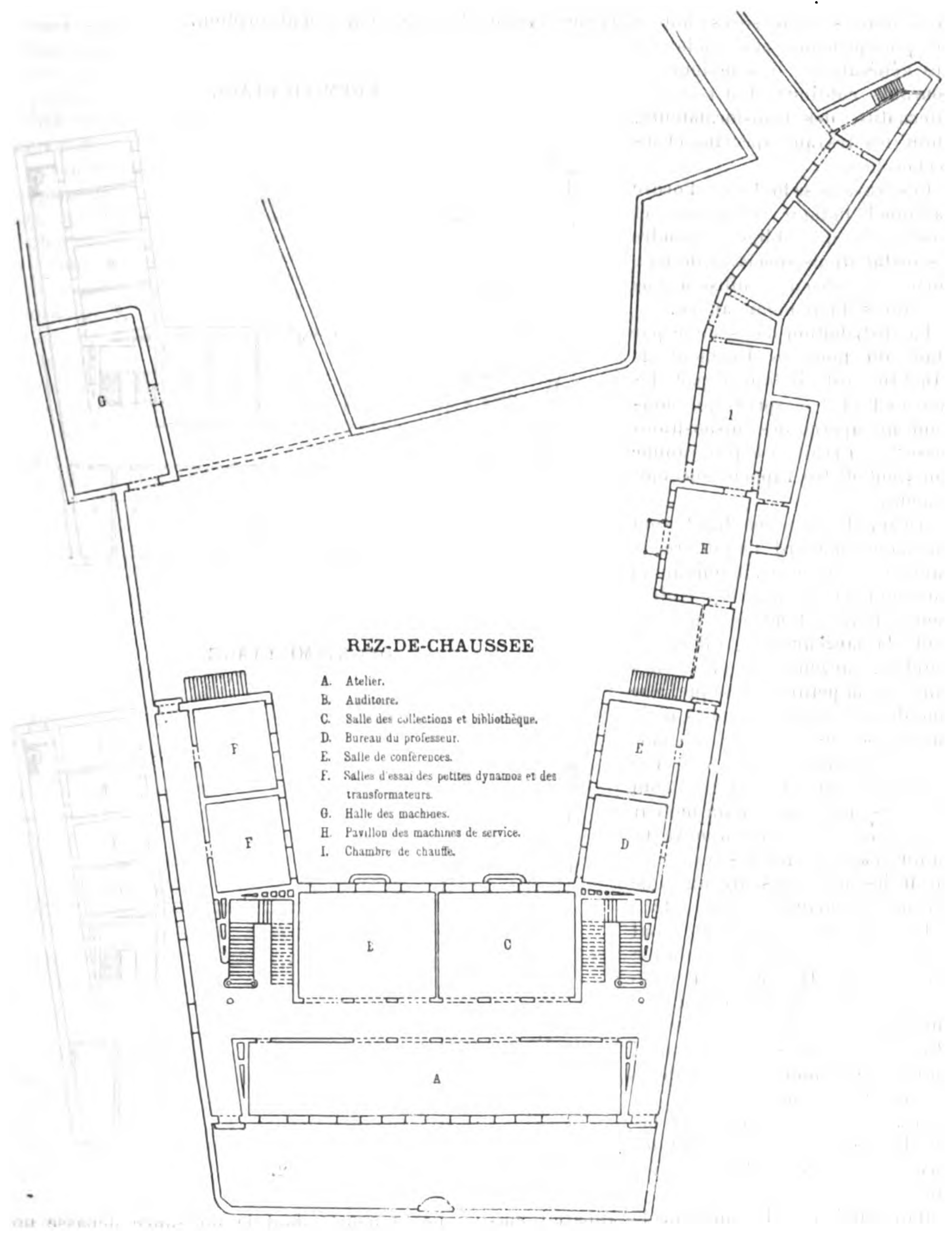


Fig. 1.

***b*) Application de l'énergie électrique à l'éclairage, au transport de la force, à la traction et à la métallurgie ;**

***c*) Examen des systèmes permettant de communiquer à distance.**

Le côté caractéristique de l'enseignement est

le grand développement donné aux travaux pratiques. Il est de principe d'y employer au moins une année entière, hormis le temps consacré à l'audition du cours. Ces travaux comprennent les travaux d'atelier, les mesures élémentaires, les mesures photométriques, l'essai des piles primaires et secondaires, des générateurs, des moteurs à courants continus et à courants alternatifs, des transformateurs, enfin les travaux spéciaux et les recherches.

Ces travaux se font dans l'ordre rationnel indiqué ci-dessus et c'est là ce qui oblige à étendre les installations spéciales, de telle sorte que chacune suffise à tous les élèves d'une même année.

La distribution d'ensemble par étage du nouveau bâtiment de l'Institut est indiquée par les figures 1 et 2 ci-après, qui donnent un aperçu des dispositions prises pour réaliser le programme qui vient d'être rappelé succinctement.

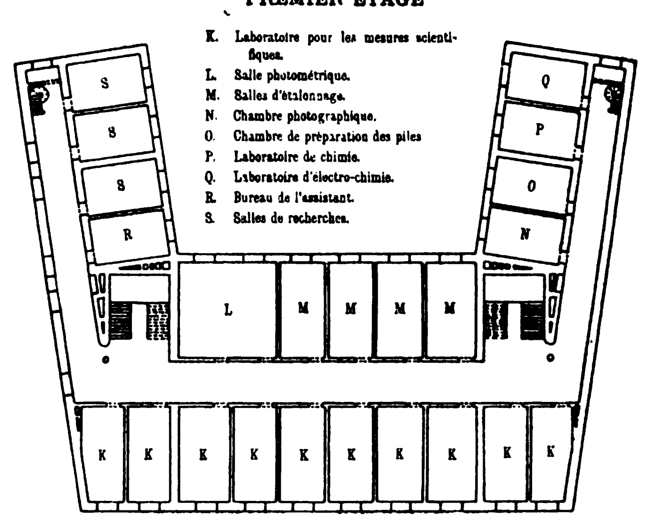
Au rez-de-chaussée (fig. 1) sont aménagés d'abord l'auditoire, la salle de conférences, le bureau du directeur et la salle des collections. Dans le fond, régnant sur toute la largeur de l'édifice, est l'atelier, largement pourvu des outils de la petite mécanique. Sur une des ailes sont les salles d'essai des petites dynamos, des moteurs, transformateurs, etc. Les machines plus puissantes sont essayées avec l'aide d'un moteur à vapeur dans une annexe G. Enfin, d'autres annexes recevront en H les machines dynamos de service, les chaudières en I, etc.

La salle des collections dont nous venons de parler, renferme un ensemble très complet d'appareils de mesure mis à la disposition des élèves pour leurs essais et leurs recherches spéciales ainsi qu'un grand nombre de modèles servant aux démonstrations du cours. On y trouve aussi la bibliothèque de l'Institut, dont les ouvrages sont consultés par les élèves.

Dans l'atelier sont réunis tous les appareils employés pour le travail du bois et des métaux : tours de précision, scie, foreuse, forge, établis de menuisier, etc. Chaque élève y possède son étau et son armoire à outils. Les engins mécaniques sont activés par deux électro-moteurs de 2 chevaux.

L'une des salles d'essai des petites machines est réservée aux dynamos à courant continu, l'autre aux alternateurs. Elles possèdent, comme puissance motrice, des électro-moteurs de 10 chevaux et sont pourvues de dynamomètres de transmission et d'absorption.

PREMIER ÉTAGE



DEUXIÈME ÉTAGE

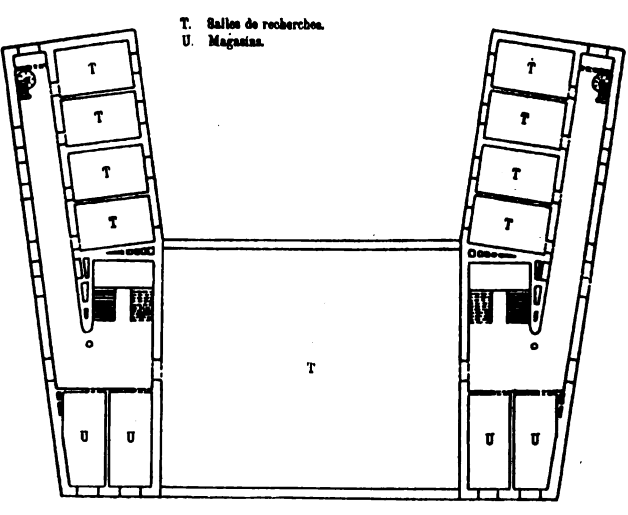


Fig. 2.

Les dynamos dont la puissance dépasse une dizaine de chevaux sont essayées dans la halle des machines. Dans celle-ci sont installés un moteur à vapeur horizontal de 30 chevaux et un moteur électrique de 20 chevaux qui peuvent attaquer séparément ou simultanément un arbre

de transmission. Grâce à un dispositif spécial permettant une variation de 20 0/0 de la vitesse des machines motrices, cet arbre, muni d'un jeu de poulies de diamètres décroissants, permet d'activer les dynamos à essayer à toutes les vitesses comprises entre deux limites très écartées.

Afin de donner aux élèves l'image d'une distribution d'énergie électrique, on a réuni dans un pavillon séparé les machines qui assurent le service de l'éclairage de l'Institut ainsi que la marche des moteurs électriques disséminés dans ce dernier. Ces machines, au nombre de 2, l'une à vapeur de 15 chevaux, l'autre à gaz de 10 chevaux, actionnent des dynamos qui maintiennent en charge une puissante batterie d'accumulateurs où s'emmagasine l'énergie nécessaire à l'éclairage, à la force motrice et aux divers travaux de laboratoire.

Une chaudière tubulaire de 70 m² de chauffe produit la vapeur consommée par les moteurs à vapeur et le chauffage du bâtiment.

Ces installations permettront ainsi aux élèves de se familiariser avec la conduite des machines à vapeur et des générateurs et de faire des essais de régularité, de rendement et de consommation de ces appareils.

Le laboratoire des mesures scientifiques est situé au premier étage (fig. 2); il est subdivisé en une série de petites salles. Cette disposition a l'avantage d'isoler les divers groupes d'élèves de manière qu'ils ne puissent se gêner mutuellement. Comme annexes il comprend des laboratoires d'électro-chimie et de chimie, une salle de préparation des piles et une chambre photographique où s'effectuent des expériences d'enregistrement.

Une salle de photométrie, pourvue de photomètres de systèmes divers et les salles d'étalonnage occupent aussi cet étage. Ces dernières sont aménagées pour la graduation des appareils de mesure et leur comparaison avec les étalons.

Le deuxième étage (fig. 2) est plus spécialement réservé aux recherches effectuées par le professeur, les assistants, les élèves les plus avancés et les personnes étrangères à l'Institut, qui, à raison de leurs connaissances spéciales, peuvent être autorisées par le Directeur, à poursuivre leurs investigations à l'aide du matériel de l'Institut. Il possède, entre autres, une très grande salle permettant d'exécuter des expériences qui nécessitent un emplacement considérable.

La salle de conférences, mentionnée précédemment, recevra la bibliothèque de l'Association des ingénieurs électriciens sortis de l'Institut et servira aux réunions mensuelles de celle-ci.

Ce court aperçu permet de se rendre compte de l'importance considérable des installations matérielles de l'Institut.

(*Bulletin de l'Association des Ingénieurs électriciens de l'Institut Montefiore.*)

Répétition, le 7 juin 1891, des phénomènes notés à l'Observatoire du Vésuve le 17 juin 1890, à l'occasion des deux éclipses solaires arrivées à ces dates.

Par M. L. Palmieri

L'année dernière, j'ai informé l'Académie de deux phénomènes que j'avais eu l'occasion de noter à l'Observatoire du Vésuve pendant l'éclipse solaire du 17 juin, partielle pour nous; savoir :

1° Une grande recrudescence de l'activité dynamique du cratère du Vésuve, recrudescence qui s'est annoncée par d'abondantes fumées émises avec force et colorées en rouge par le chlorure de fer qu'elle entraînait en grande quantité; — par de fortes détonations, des mugissements répétés; — et par un grand nombre de projectiles incandescents lancés à une grande hauteur;

2° L'aiguille du galvanomètre intercalé dans le circuit du courant tellurique subissait des oscillations si continuelles et si fortes qu'il a été impossible de prendre la valeur galvanométrique définitive de ce courant.

J'ai dit que le premier de ces deux faits était conforme à une loi annoncée par moi, loi établie non seulement par mes propres observations pendant beaucoup d'années, mais par l'étude rétrospective de toutes les grandes conflagrations du Vésuve, qui ont toujours eu lieu à la nouvelle lune ou à la pleine lune.

Je n'ai pu donner aucune explication du second fait, et j'ai attendu l'occasion de voir s'il se répéterait en pareil cas.

Or, pendant l'éclipse du 7 juin de cette année, il s'est également produit dans l'après-midi une phase éruptive assez marquée, et les mêmes mouvements oscillatoires de l'aiguille du nouvel instrument substitué à l'ancien galvanomètre se sont répétés exactement de la même manière. On ne pourrait donc prétendre qu'il n'y a là qu'une coïncidence fortuite.

J.

(*Académie royale de Naples, séance du* 13 *juin* 1891.)

Observation simultanée au Vésuve et à la solfatare de Pouzzoles

Par M. L. Palmieri

J'ai dit dans une autre occasion que M. le professeur Giuseppe de Lucca, propriétaire de la solfatare de Pouzzoles, avait établi un petit observatoire météorologique et géodynamique dans un atelier situé à l'entrée du vieux cratère, et qu'assisté de M. A. Barbieri j'avais pu organiser une série d'observations simultanées de l'activité du Vésuve et de celle de la grande fumerolle de la solfatare, qui subit de fréquentes

variations non seulement sous le rapport de l'abondance des fumées émises — abondance sur laquelle les conditions hygrométriques diverses de l'air ambiant pourraient être une cause d'illusions, — mais sous celui de la violence éruptive avec laquelle les fumées s'échappent de la caverne.

Ces observations durent maintenant depuis environ quatre ans, pendant lequels s'est continuée la longue période d'indolence du Vésuve, commencée depuis 1875. Pendant ces quatre ans, les phases éruptives du volcan ont été peu remarquables; néanmoins, j'ai eu l'occasion de noter de fréquentes coïncidences entre les recrudescences d'activité de la solfatare et celles du dynamisme du Vésuve.

Pendant une phase éruptive d'une certaine intensité, qui a duré de l'après-midi du 7 de ce mois (juin 1891) jusqu'au 14, et durant laquelle il y a eu émission d'une assez grande quantité de lave du côté de l'Atrio del Cavallo, j'ai pu confronter mes observations avec celles que M. Barbieri me transmettait de la solfatare, et j'ai trouvé que la grande fumerolle avait eu son maximum d'activité du 5 au 13. La température de l'eau thermo-minérale d'un puits situé aux abords s'est élevée de 2° ; cette élévation de température s'est maintenue depuis le 4 jusqu'au 13. La température du sol, qu'on mesure chaque jour, a augmenté jusqu'au 12, jour où elle a atteint 106; enfin, de légères oscillations microséismiques ont été notées.

S'il survient d'autres phases éruptives d'une certaine intensité, il sera facile de reconnaître jusqu'à quel point la solfatare est solidaire du Vésuve. Je me propose de pourvoir M. Barbieri d'un thermomètre à maximum pour déterminer la température des vapeurs de la grande fumerolle. Si nos devanciers ont écrit des choses contradictoires sur la correspondance entre l'activité du Vésuve et celle de la solfatare de Pouzzoles, c'est que, de leur temps, il n'était pas possible de faire journellement des observations simultanées sur l'un et l'autre volcan.

J.

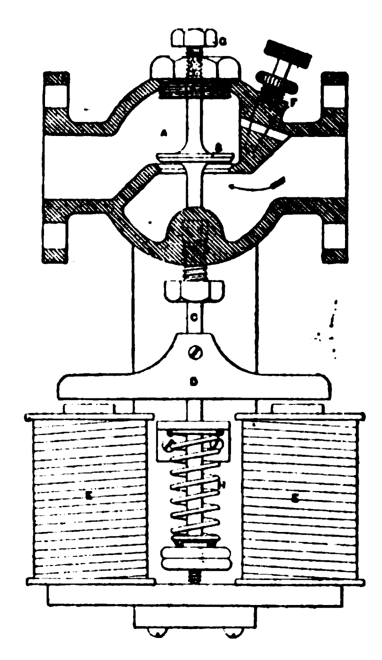
(*Académie royale de Naples, séance du 13 juin* 1891.)

Contrôleur électro-magnétique de gaz

La figure ci-dessous permet de se rendre compte du nouvel appareil inventé par M. J. M'Laren, et destiné aux installations où le gaz a été conservé concurremment avec la lumière électrique pour suppléer celle-ci, le cas échéant.

L'appareil dont il s'agit assure l'allumage automatique du gaz quand la lumière électrique vient à faire défaut et ne laisse brûler qu'un mince filet de gaz dès que la lumière électrique reprend. C'est là évidemment une grande commodité, en même temps qu'une source d'économie de gaz. L'agencement est des plus simples.

La boîte à clapet A montrée sur la partie supérieure de la figure est interposée sur la canalisation de gaz ; elle renferme un clapet circulaire B dont la tige C se termine par une armature D. A la partie inférieure de l'appareil se trouve une paire d'électro-aimants E reliés aux conducteurs électriques de sorte que, quand le courant passe, il y a attraction de la valve et par suite une fermeture du conduit de gaz, tandis que, dès que le courant ne passe plus ou ne passe qu'avec une intensité insuffisante, le ressort H agit pour soulever le clapet et ouvrir le conduit. La flamme constante nécessaire pour l'allumage du flot de gaz ainsi obtenu est alimentée par un petit conduit F qui laisse passer une petite quantité de gaz même quand le clapet est fermé. La vis G permet de régler le clapet.



L. D.

(*Industries.*)

Distribution pour lampes à incandescence

Par C.-W. Pike

Dans un article sur l'installation des conducteurs pour lampes à incandescence, M. Carl Hering donne le diagramme d'un agencement de fils tel que toutes les lampes placées sur une paire de conducteurs doivent avoir même différence de potentiel.

Dans l'arrangement représenté par la figure 1

ci-dessous, la lampe *a* aurait la même différence de potentiel que toute autre lampe *b*, car le courant pour *a* passe par la portion des conducteurs dont la longueur est A_1B_1 tandis que le courant pour *b* traverse la longueur BA, de sorte que, puisque $A_1B_1 = AB$ et que l'intensité du courant en *a* et *b* est la même, il y aura même chute de potentiel et partant même différence de

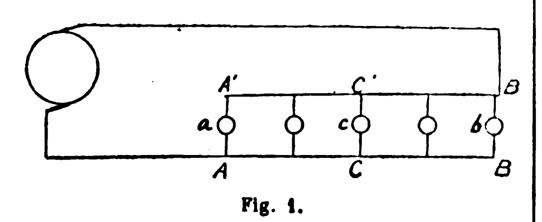


Fig. 1.

potentiel aux bornes des lampes *a* et *b*. On peut en déduire qu'il en sera de même pour toute autre lampe *c*, ce qui, industriellement parlant, est suffisamment exact. Cette conclusion a cependant soulevé des critiques et il m'a paru intéressant d'examiner point par point ce qui se passe dans cette circonstance.

Prenons d'abord la disposition de la figure 2 et

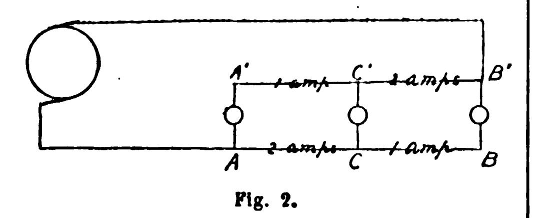


Fig. 2.

supposons que la différence de potentiel entre A et B' que je désigne par $V_{AB'}$ soit égal à 100 volts et que chaque lampe exige un ampère. Admettons encore que la résistance soit la même de A' à C', de C' à B', de A à C et de C à B et égale à 1 ohm. Le nombre d'ampères traversant chaque partie du circuit est indiqué sur la figure. La chute de

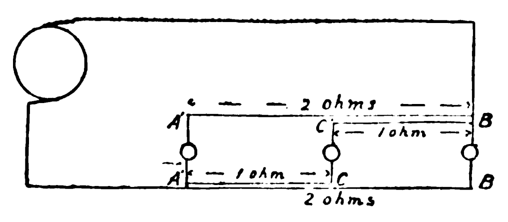


Fig. 3.

potentiel de B' à C' sera $2 \times 1 = 2$ volts, de C' en A' elle sera $1 \times 1 = 1$ volt. La chute de potentiel de B'A' sera donc 3 volts et la différence de potentiel entre A et A' aura pour valeur $V_{AA'} = 97$ volts. De même V $' = 100 - (2 + 1) = 97$ volts, c'est-à-dire que si nous plaçons une lampe de 97 volts entre A et A' et une autre entre B et B' elles brûleront toutes deux avec le même éclat. Cherchons maintenant la différence de potentiel entre C et C'. La perte de B' à C' est $2 \times 1 = 2$ volts et celle de C en A, 2 volts, de sorte que la chute totale est de 4 volts et que la différence de potentiel $V_{CC'} = 96$, soit 1 volt de moins qu'entre A et A ou B et B'. Pour des points intermédiaires entre A et C nous aurions des valeurs variant entre 96 et 97 volts. Cet exemple montre donc clairement que la différence de potentiel n'est pas la même

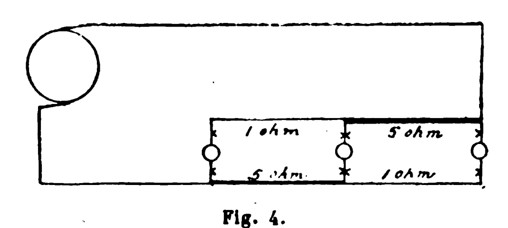


Fig. 4.

pour toutes les lampes et qu'elle est moindre pour celles du milieu.

Envisageons la question à un autre point de vue; supposons que, comme précédemment, la différence de potentiel entre A et B' soit de 100 volts. Quelle disposition devrons-nous adopter pour que les trois lampes similaires aient le même potentiel ? La figure 3 montre ce dispositif. Toutes les portions des conducteurs sont de même diamètre et, puisque le même courant les traverse, la chute de potentiel sera la même pour des longueurs égales sur A'B' et C'B' ainsi que sur AC et AB. Le fil B'C' peut donc être placé le long de A'B' et en contact avec lui; de même AC pourra être posé en contact avec AB sans qu'il en résulte de

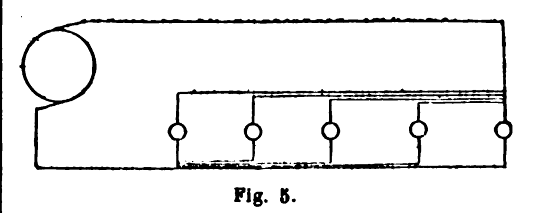


Fig. 5.

dérangement dans les courants ni dans l'égalité de potentiel des différentes lampes. L'arrangement devient ainsi celui représenté sur la figure 4.

Nous voyons maintenant pourquoi la disposition de la figure 2 ne réalise pas l'égalité de potentiel cherchée. Une décomposition analogue à celle faite pour cette figure montrera que le potentiel est le même pour toutes les lampes et qu'il a pour valeur 98 volts si, comme précédemment, on admet $V_{AB'} = 100$ volts.

Il convient de noter d'ailleurs que la résistance

que nous avons supposée entre les lampes est beaucoup moindre dans la pratique et que la variation de potentiel est par suite bien au-dessous des valeurs auxquelles nous arrivons, de

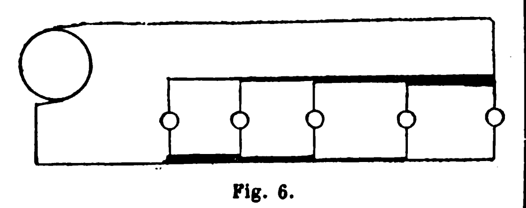


Fig. 6.

sorte que, nous le répétons, l'arrangement de la figure 2 donne pratiquement l'égalité de potentiel aux lampes placées sur le circuit. Je ne saurais en tous cas m'associer à M. Loomis quand il

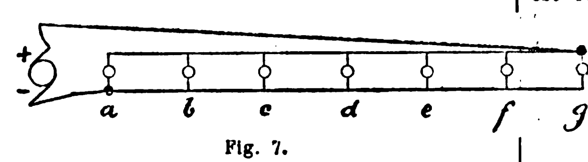


Fig. 7.

déclare qu' « une petite étude nous convaincra qu'aucun système ne peut être imaginé qui assure l'égalité de potentiel rigoureuse au point de vue théorique », car je pense qu'il va un peu trop loin. Supposons que nous appliquions le principe des figures 3 et 6 et à un nombre considérable de lampes donnant l'arrangement des figures 5 et 6. Sur la figure 5 tous les fils sont de même section et ont été calculés de manière à donner la perte voulue quand le courant pour une lampe traverse chacun d'eux; sur la figure 6, les faisceaux de fils ont été réunis et l'on a un fil dont la section s'accroît de sa valeur primitive après chaque lampe. Cette disposition, impraticable il est vrai, me semble pourtant assurer théoriquement le résultat indiqué de l'égalité de potentiel aux lampes.

L. F.

(*The Electrical Engineer.*)

M. G.-P. Wardell indique de son côté une disposition permettant d'obtenir aussi le même résultat d'une façon rigoureuse. Cette disposition est représentée figure 7. Si la distance entre les lampes *a* et *b* est prise comme unité et que l'on prenne pour unité de section la section du fil positif entre ces lampes, on devra employer entre chaque paire de lampes telles que *ef* un fil positif égal au produit de la distance entre ces lampes par le nombre de lampes (5) auxquel le courant doit encore parvenir et le fil négatif égal au produit de la même distance par le nombre de lampes (2) déjà alimentées.

L. F.

CHRONIQUE

Le tramway électrique de Clermont-Ferrand. — On sait qu'il existe, depuis plusieurs années, un tramway qui relie Clermont à Montferrand. Le conseil général du Puy-de-Dôme a voté la concession du prolongument de ce tramway à Royat et au sommet du Puy-de-Dôme.

Ce projet comprend le système à adhérence, le système à crémaillère et le système funiculaire avec traction électrique.

On peut espérer que, dans un délai de dix-huit mois, les formalités et les travaux seront achevés et que les excursionnistes et les visiteurs pourront faire en chemin de fer l'ascension du Puy-de-Dôme.

Les chemins de fer électriques. — D'après la revue anglaise *Iron*, il existait, en 1885, trois chemins de fer électriques fonctionnant avec 13 voitures; en 1886, cinq avec 30 voitures; en 1887, sept avec 81 voitures; en 1888, trente-deux avec 265 voitures; en 1889, cent quatre avec 965 voitures; en 1890, cent vingt-six avec plus de 2 000 voitures et actuellement il y en a tant en Europe qu'en Amérique, en Australie et au Japon au moins trois cent vingt-cinq, disposant de 4 000 voitures et 7 000 moteurs. La longueur des voies établies est de 3 700 kilomètres, le nombre de kilomètres parcourus par l'ensemble des voitures, 740 000 et celui des voyageurs transportés 750 millions.

Le quart des tramways existant aux États-Unis est actionné par l'électricité.

Nouveau système de navigation maritime. — M. Trouvé a soumis au jugement de l'Académie des Sciences, dans sa séance du 31 août dernier, une étude sur un nouveau système de navigation maritime, avec pile à eau de mer. Il a construit une embarcation dans laquelle la propulsion est obtenue par l'électricité produite avec des piles de ce genre; les résultats ont été très satisfaisants.

Le mémoire de M. Trouvé ayant été analysé en séance d'une manière très rapide, il ne nous

sera possible qu'ultérieurement de donner des détails sur le système.

Congrès des électriciens à Francfort-sur-le-Mein. — Dans la liste des conférences qui seront faites au Congrès des électriciens à Francfort-sur-le-Mein, nous relevons la suivante de M. Hospitalier: *Notations, Conventions et Symboles de l'Electrotechnique.*

M. Ferranti. — On annonce que M. Ferranti quitte la *London Electric Company* dont il était l'ingénieur en chef pour se consacrer désormais exclusivement à ses affaires personnelles, restées en souffrance pendant la construction de la station de Deptford.

Les phares électriques de la Hève. — On se propose de transformer, au cours de l'année 1892, l'éclairage électrique des phares de la Hève, au Havre, qui est actuellement constitué par deux feux fixes associés de 5 000 becs carcels, intensité relativement faible.

On éteindra le feu du phare Sud et on remplacera le feu du phare Nord par un feu électrique scintillant, émettant toutes les cinq secondes des éclats blanc équidistants, précédés et suivis d'éclipses totales.

La puissance de ce nouveau feu sera environ 500 fois plus grande que celle de l'ancien. Elle dépassera de beaucoup celle qu'on a pu réaliser jusqu'à ce jour dans les phares électriques.

La lumière électrique sur le canal de Suez. — La moyenne du temps nécessaire pour traverser le canal de Suez va constamment en diminuant d'année en année. L'année dernière elle était de 24 heures 6 minutes, tandis qu'en 1889 elle était de 25 heures 50 minutes, en 1888 de 31 heures 15 minutes, en 1887 de 33 heures 58 minutes et en 1886 d'au moins 36 heures. Dans les années antérieures la durée moyenne de la traversée des navires utilisant la lumière électrique était de 22 heures 9 minutes. Le passage le plus rapide qu'on dit avoir été fait par un steamer dans ces conditions au cours de l'année dernière a été affectué en 24 heures 15 minutes, c'est-à dire avec 30 minutes de bénéfice sur la traversée la plus rapide de 1889.

Eclairage électrique de l'hôtel des Postes à Paris. — On nous assure qu'un contrat a été passé avec M. Pieper, de Liège, pour l'éclairage électrique de l'hôtel des Postes. Cette nouvelle nous paraît d'autant plus invraisemblable qu'on ne s'expliquerait pas que pour certaines fournitures, celle des câbles, par exemple, les maisons étrangères ne fussent pas admises à soumissionner et qu'elles le fussent pour d'autres.

Alliage remplaçant le platine. — Nous avons donné dans notre n° 35 du 29 août dernier l'indication d'un alliage qui remplacerait le platine dans les lampes à incandescence.

Voici la composition d'un autre alliage qui présenterait le même coefficient de dilatation que le verre et qu'il est possible d'employer directement ou comme soudure intermédiaire :

Étain — 25 parties en poids ;
Cuivre — 5 —

On peut l'adoucir ou le durcir par l'adition de 0,5 à 1 0/0 de plomb ou de zinc.

Cet alliage fond à 360° centigrades.

Communications télégraphiques de la France avec l'Etranger. — Les communications télégraphiques de la France avec l'étranger vont recevoir incessamment de nouveaux développements.

Deux fils de 810 kilomètres seront établis entre la France et la frontière espagnole, pour relier Paris à Madrid d'une part et constituer d'autre part une communication directe qui n'existait pas encore entre Paris et Lisbonne.

Un fil de 236 kilomètres sera posé entre Bordeaux et Bilbao; un autre de 410 kilomètres sera posé de Paris à la frontière d'Allemagne. Enfin deux nouveaux conducteurs de 340 kilomètres relieront Paris à Calais pour servir l'un à relier Paris à Londres et l'autre à établir une communication directe entre Londres et Rome.

Edison romancier. — Le bruit que le grand électricien Edison allait publier un roman a été mis en circulation il y a quelque temps.

Il se confirme aujourd'hui. C'est un roman « électrique » qu'écrira l'inventeur du phonographe, un roman qui nous montrera la société du vingt-cinquième siècle, telle que la feront les prodigieuses transformations que les applications nouvellee de l'électricité auront amenées d'ici-là.

L'écrivain G.-P. Lathrop collabore avec Edison pour la partie spécialement romanesque de son livre, qui sera certainement une des curiosités littéraires de la fin de ce siècle-ci

BREVETS D'INVENTION

Du 7 *au* 13 *juin* 1891

211733 **Teague.** — Perfectionnements dans les compteurs électriques (26 février 1891).

211754 **Fritz.** — Mâchoire tendeuse pour conducteurs électriques, fils métalliques, etc. (27 février 1891).

211772 **Schœller et Jahr.** — Procédé pour la décomposition et l'assemblage d'éléments secondaires (28 février 1891).

211777 **Kunhardt.** — Appareil pour télégraphier au moyen de courants directs ou inverses (28 février 1891).

211787 **Lévy.** — Nouveau système permettant d'éviter la collision des trains et produisant l'éclairage électrique des compartiments et de tous autres véhicules (28 février 1891).

211789 **Seibold.** — Perfectionnements aux lampes électriques à arc (28 février 1891).

211798 **Roch.** — Nouvel élément hydroélectrique sans liquide libre, dit: *Pile sèche* (5 mars 1891).

211818 **Engelsmann** — Système pour obtenir des effets combinés de lumière et d'eau au moyen de sources intenses de lumière, de préférence en se servant de la lumière électrique (2 mars 1891).

211828 **de Rossetti** — Nouveau système de générateur d'électricité à mouvement pendulaire ou vibratoire (3 mars 1891).

211837 **Buchanan.** — Lampe à arc (3 mars 1891).

Du 14 *au* 20 *juin* 1891

211927 **Bonpain.** — Système de traction électrique pour tramways, chemins de fer, etc. (6 mars 1891).

211954 **Sallé.** — Système de mécanisme gyrostatique à suspension tangentielle et ses applications à l'hydraulique, à l'électricité, etc. (7 mars 1891).

211974 **Uzel.** — Verrou électrique (9 mars 1891).

Du 21 *au* 27 *juin* 1891

211983 **Société anonyme des anciens établissements Cail.** — Éclairage électrique à l'intérieur des appareils d'évaporation, chaudières closes et appareils analogues travaillant dans le vide ou sous pression, pour raffineries et sucreries (9 mars 1891).

212017 **Muller.** — Procédé de fabrication de papier ou de carton rendus conducteurs d'électricité par incorporation ou par une couverture de graphite ou d'autres substances semi-conductrices et emploi d'un papier semblable au carton pour des condensateurs, des conducteurs ou des résistances (10 mars 1891).

212021 **Wright et Wilson.** — Perfectionnement dans les moyens servant à empêcher les effets de l'induction dans les téléphones (10 mars 1891).

212025 **Société dite : The Giant Electric Motor Company.** — Perfectionnements dans les moteurs électriques (10 mars 1891).

212045 **Société Nicot et Pépin.** — Système d'interrupteur de circuit (11 mars 1891).

212053 **Kaiser.** — Perfectionnements aux boussoles ou compas de mer (11 mars 1891).

212061 **Balanger.** — Nouvelle lampe à incandescence (12 mars 1891).

212073 **Marchand.** — Nouveau système de balais pour recueillir l'électricité sur le collecteur des machines dynamo-électriques (11 mars 1891).

212081 **Guénet.** — Appareil ozoneur à tubes intérieurs multiples et à courant d'air sous pression (13 mars 1891).

CERTIFICATS D'ADDITION

Du 31 *mai au* 6 *juin* 1891

208495 **Poudroux.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 27 septembre 1890, pour une pile électrique (17 février 1891).

183605 **Postel-Vinay.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 16 mai 1887, pour des perfectionnements aux régulateurs de lumière électrique (17 février 1891).

209704 **Foveau de Courmelles.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 22 novembre 1890, pour des appareils pour le transport électrique des médicaments dans le corps humain (19 février 1891).

204633 **Société Siemens brothers and C° limited.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 27 mars 1890, pour perfectionnements aux armatures des machines dynamo-électriques (20 février 1891).

205285 **Ducretet.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 26 avril 1890, pour perfectionnements dans la construction des piles électriques (23 février 1891).

203875 **Bayon et Mailhan.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 24 février 1890, pour lampe électrique à arc (23 février 1891).

Du 7 *au* 13 *juin* 1891

201535 **Benner.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 25 octobre 1889, par le sieur Belzon ou dont ledit Benner est cessionnaire, pour système général d'horlogerie électrique (25 février 1891).

209101 **Vialet-Chabrand.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 24 octobre 1890, pour appareils électriques permettant l'ouverture ou la fermeture permanente d'un circuit électrique en un nombre quelconque de points (27 février 1891).

Du 21 *au* 27 *juin* 1891

173728 **Achard.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 25 janvier 1886, pour l'ensemble de divers perfectionnements au frein à embrayage électrique (7 mars 1891).

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta

2e Série. — Tome II. N° 39 26 Septembre 1891.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DE L'ÉCOLE MILITAIRE DE SAINT-CYR

Jusqu'en 1889, l'École militaire de Saint-Cyr était éclairée au gaz. Cet éclairage comprenait 1,185 becs alimentés par une usine installée à l'intérieur même de l'École.

En 1889, un projet de substitution de l'électricité au gaz fut soumis à l'approbation ministérielle. Ce projet, dressé par M. le capitaine Colson, de la section technique du génie, fut agréé et exécuté pendant la période des vacances de la même année.

Les travaux furent poussés avec assez d'activité pour que, lors de la rentrée, l'éclairage électrique de toute l'École fut assuré.

Il était d'ailleurs indispensable d'atteindre ce but, car l'École ne disposait plus à ce moment d'aucun autre mode d'éclairage que celui par l'électricité. La substitution avait, en effet, été radicale, car l'usine à gaz avait été rasée et c'est sur son emplacement même que le service du génie avait édifié l'usine électrique.

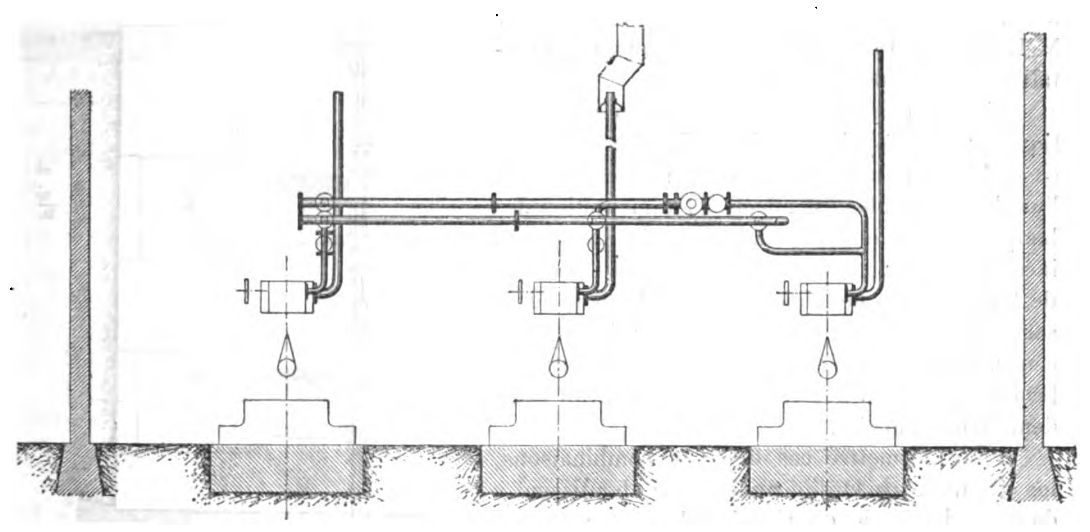


Fig. 1.

Ce projet, qui a été rigoureusement suivi dans l'exécution, comprenait le remplacement d'une partie des becs de gaz par des lampes à incandescence et l'éclairage par l'arc voltaïque des salles d'études, réfectoires, gymnase et manèges.

Les bons résultats ainsi obtenus ont conduit à l'extension de l'éclairage et l'on s'est trouvé amené à augmenter notablement le nombre des lampes à incandescence pour en pourvoir des locaux où le gaz n'existait pas.

Actuellement l'éclairage de l'École exige un courant de 520 ampères pour l'arc et 420 ampères pour l'incandescence, sous une tension normale de 75 volts.

Les machines fournissant l'énergie électrique sont installées dans un bâtiment comprenant deux salles distinctes. L'une est affectée aux chaudières, l'autre aux moteurs à

vapeur et aux dynamos. Les figures 1, 2 et 3 montrent les coupes transversale et longitudinale et la vue en plan de l'usine électrique.

Cette usine comporte :

1° Deux chaudières à foyer carré du type des locomotives. Chacune de ces chaudières a une surface de 37 m² et peut vaporiser 900 kg d'eau à l'heure. Elles sont timbrées à 7 kg et ont été construites par la maison Chaligny et Cie.

2° Deux moteurs type Pilon compound, tournant à 300 tours par minute et pouvant développer de 50 à 65 chevaux en fonctionnant à échappement ;

3° Deux dynamos compound accouplées directement avec les moteurs et tournant en conséquence à la même vitesse de 300 tours. Chacune de ces machines peut débiter un courant de 500 ampères à la tension de 75 volts.

Les moteurs à vapeur, les dynamos et tous les appareils électriques ont été fournis par MM. Sautter, Lemonnier et Cie qui ont fait l'installation générale de l'éclairage.

L'usine comprend donc deux groupes identiques composés chacun d'une chaudière et d'un ensemble moteur et dynamo. En service normal, l'un des ensembles est affecté à l'alimentation des lampes à arc et l'autre alimente les lampes à incandescence ; mais les choses sont disposées de telle sorte que chaque ensemble peut desservir à volonté les circuits d'arc ou d'incandescence. Cette disposition permettrait de continuer l'éclairage si l'un des ensembles se trouvait accidentellement arrêté.

Pour permettre ces diverses combinaisons, les circuits d'arc et d'incandescence aboutissent à deux tableaux de distribution distincts ; chacun de ces tableaux peut être mis en relation avec l'une ou l'autre des deux dynamos, et cela, sans qu'il soit possible de grouper à la fois les deux machines sur les mêmes circuits, ce qui évite toute chance d'erreur lors de la mise en charge des dynamos.

La distribution est en dérivation et chaque lampe à arc est alimentée par un circuit partant de l'usine électrique.

La répartition de la lumière a été l'objet d'un soin tout particulier.

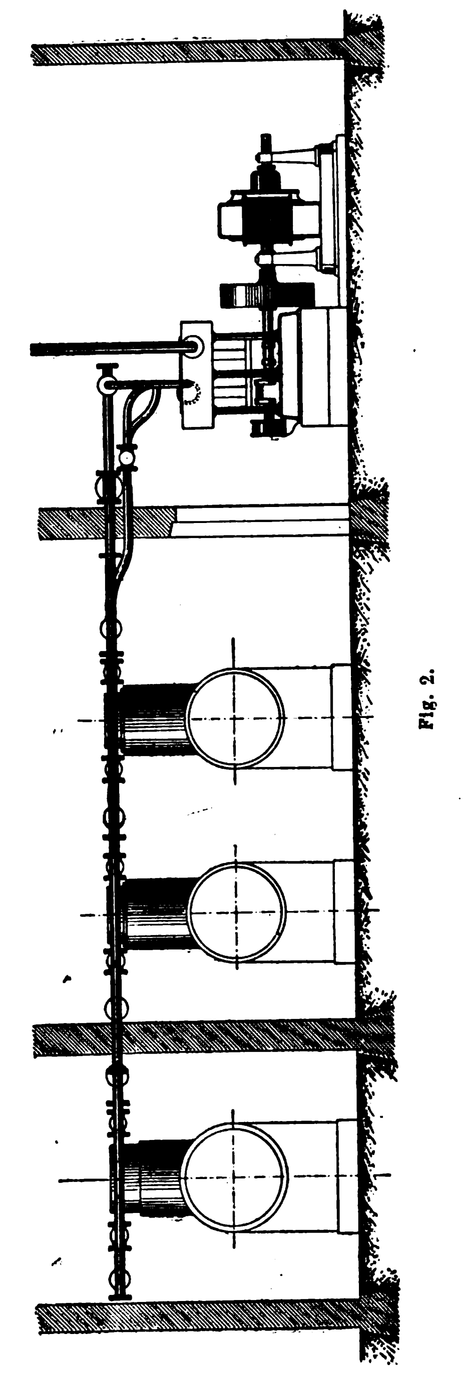


Fig. 2.

L'éclairage des salles d'études présentait des difficultés spéciales. Les dimensions de ces locaux se prêtaient mal à l'installation de l'éclairage puissant et parfaitement uniforme qu'il était indispensable d'obtenir.

L'éclairage par diffusion au moyen de foyers à arc a fourni une excellente solution.

Ce système consiste, comme on sait, à projeter les rayons lumineux sur le plafond et la partie supérieure des murs de la salle ; ce plafond puissamment éclairé renvoie en tous les points une lumière douce et bien uniforme. Tous les points du plafond étant rendus

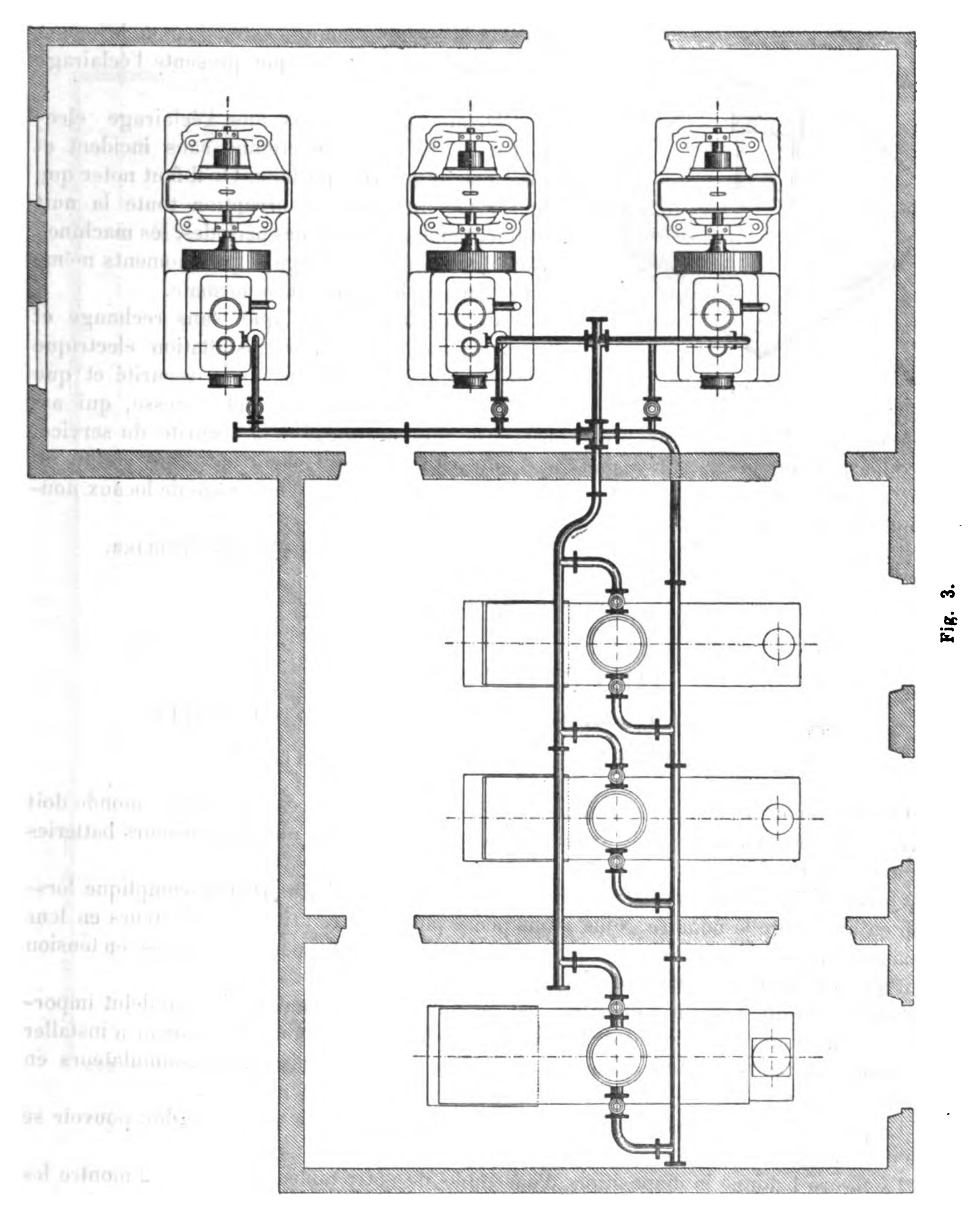


Fig. 3.

lumineux, la lumière arrive de tous les côtés, en sorte qu'il ne se produit aucune ombre ; à tel point, qu'un crayon placé debout sur une feuille de dessin ne projette d'ombre en aucun sens.

La lumière est réfléchie par le cratère du crayon positif, qui est tourné vers le plafond,

et par les écrans placés sous les lampes à arc. M. le capitaine Colson a donné à ces écrans la forme représentée par la figure 4, afin d'obtenir la meilleure utilisation possible de la lumière.

Les foyers à arc étant complètement masqués, l'éclairage ne fatigue aucunement la vue, et le système adopté satisfait pour le mieux aux exigences spéciales que présente l'éclairage d'une salle de travail.

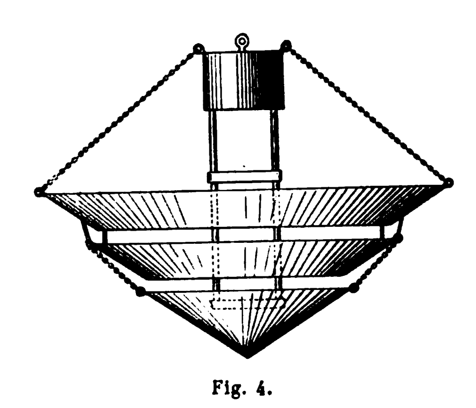


Fig. 4.

Depuis bientôt deux ans l'éclairage électrique de l'École a fonctionné sans incident et avec une régularité parfaite. Or il faut noter que le service dure sans interruption toute la nuit et que, pendant de longues périodes, les machines travaillent à pleine charge et par moments même au-dessus de leur puissance normale.

Ce résultat montre que, sans rechange et sans accumulateurs, une installation électrique bien établie peut donner toute sécurité et que l'emploi des moteurs à grande vitesse, qui assurent une régularité parfaite à la lumière, ne diminue en rien la sécurité du service. C'est bien là d'ailleurs la conclusion du génie militaire qui vient de faire établir un troisième ensemble identique aux deux premiers pour assurer l'éclairage de locaux nouvellement aménagés.

J.-A. Montpellier.

TABLEAU DE DISTRIBUTION
PERMETTANT LA MISE EN TENSION OU EN QUANTITÉ
DE TROIS BATTERIES D'ACCUMULATEURS

On peut avoir à effectuer rapidement, et par les manœuvres que tout le monde doit pouvoir facilement exécuter, le groupement en tension ou en quantité de plusieurs batteries d'accumulateurs.

Quand il s'agit de deux batteries, le problème est simple, mais il se complique lorsqu'on en augmente le nombre. Nous avons pensé pouvoir être utile à nos lecteurs en leur donnant la disposition d'un tableau que nous avons réalisé, et qui permet la mise en tension ou en quantité de trois batteries.

Supposons que l'on ait à charger des accumulateurs devant donner un débit important et situés loin de la dynamo de charge ; il est évident que pour ne pas avoir à installer une ligne trop considérable, il sera très avantageux de diviser les accumulateurs en plusieurs batteries se chargeant en tension et se déchargeant en quantité.

Le problème inverse peut également se poser, de sorte que la charge doit pouvoir se faire dans les deux cas, ainsi que la décharge.

La figure 1 donne la disposition d'ensemble de notre tableau; la figure 2 montre les connexions.

On remarquera que les coupe-circuit, placés sur les conducteurs positifs et négatifs, servent aussi bien à la charge qu'à la décharge ; il en est de même du voltmètre et de l'ampèremètre.

Les commutateurs reliés par la barre d'attelage isolante D sont identiques ; le secteur

qui se déplace sur chacun d'eux est suffisamment développé, pour couvrir simultanément soit les deux plots de gauche, soit les trois plots de droite.

Soit à charger les trois batteries en tension ; les commutateurs sont au repos et la fiche F pendante.

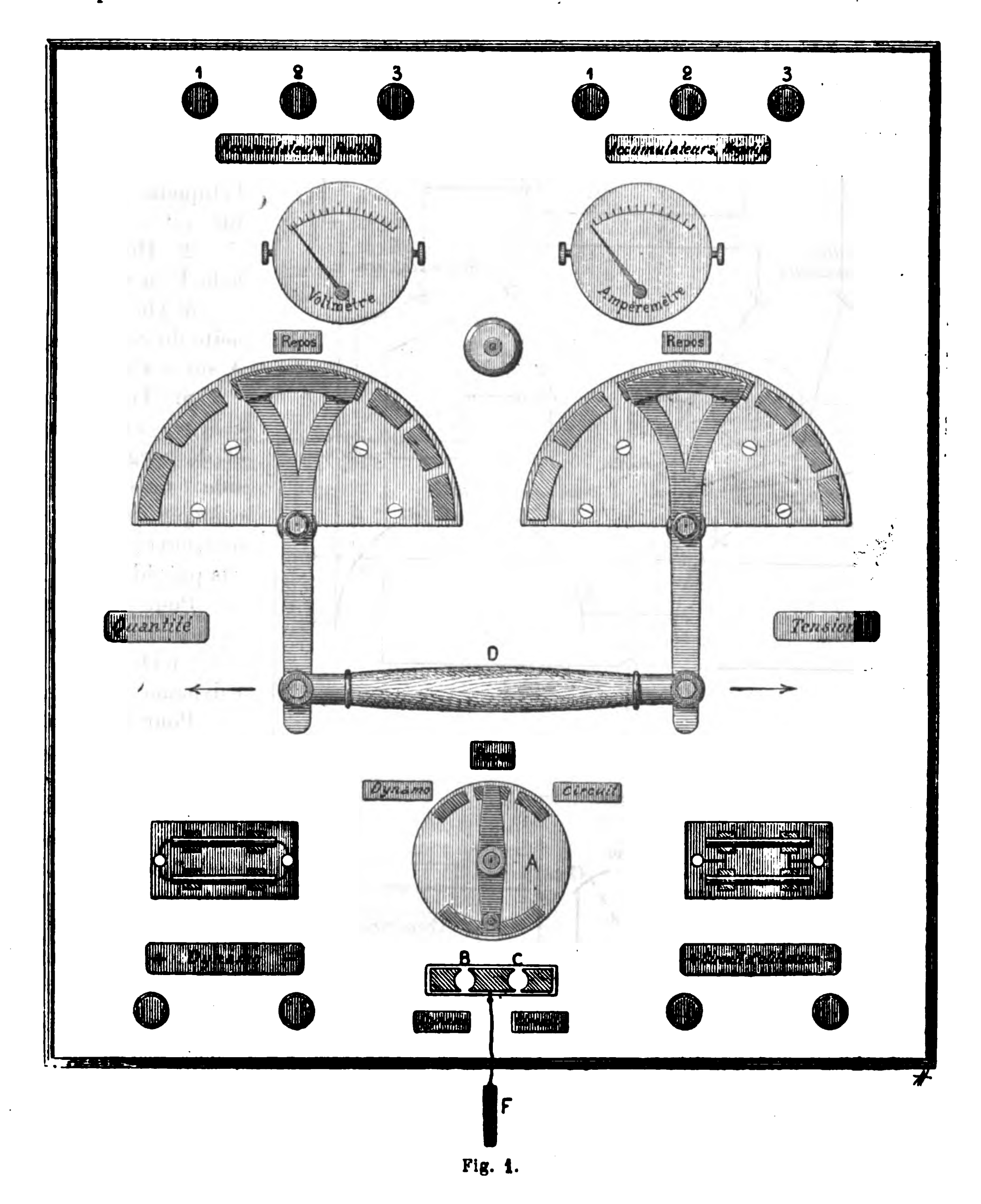


Fig. 1.

Il faut effectuer, dans l'ordre indiqué, les trois manœuvres ci-après :

1° Tirer vers la droite la barre d'attelage D (sens de la flèche placée sous l'étiquette « tension ») ;

2° Mettre la fiche F dans l'ouverture B ;

3° Placer la manette du commutateur A sur « dynamo ».

L'arrêt s'obtient en mettant :
1° A sur repos ;
2° En enlevant la fiche F ;
3° En mettant les secteurs sur repos au moyen de la barre d'attelage D.

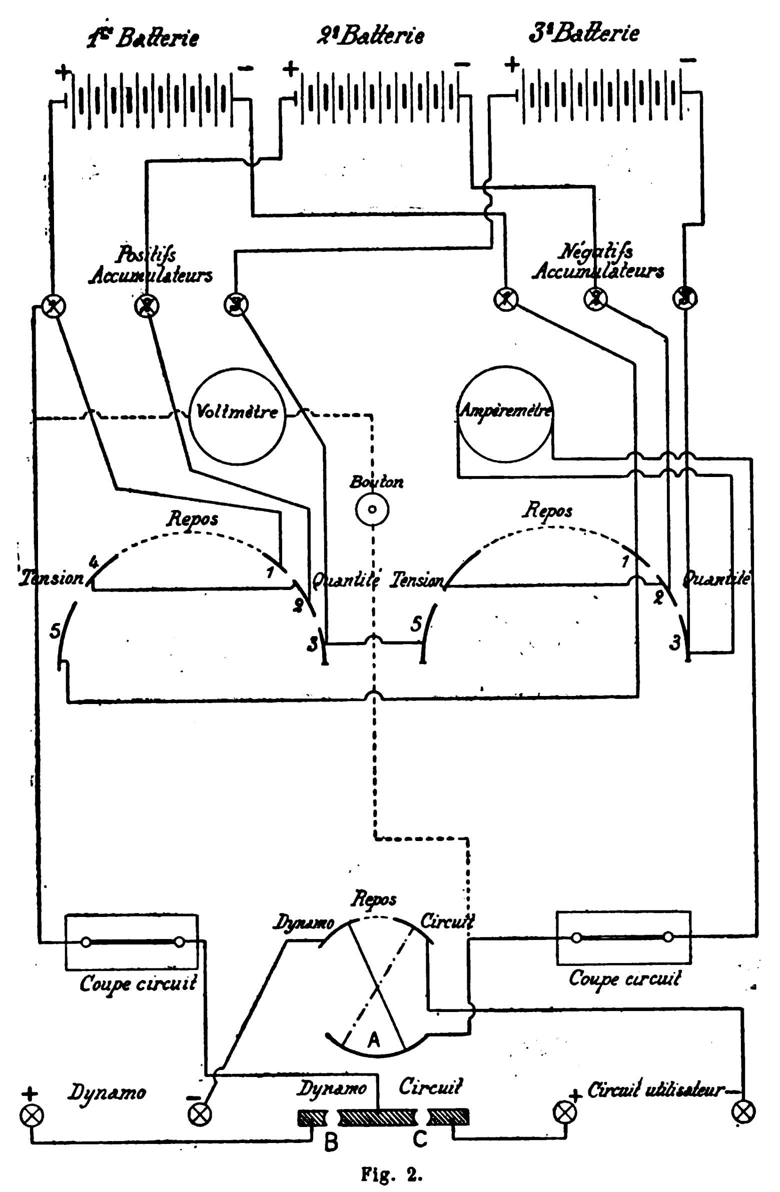


Fig. 2.

Pour décharger les trois batteries en quantité :

1° On tire la barre D à gauche (sens de la flèche placée sous l'étiquette « quantité ») ;

2° On place la fiche F en C ;

3° On met la manette du commutateur A sur « circuit ».

Si l'on voulait charger en quantité et décharger en tension, il suffirait de changer la première manœuvre dans les cas précédents.

Pour la charge, on mettrait D à gauche, mettant A sur « dynamo » et F en B.

Pour la décharge on mettrait D à droite, A sur « circuit », F en C.

L'emploi d'une seule fiche permet d'éviter les fausses manœuvres.

Comme l'intensité est différente à la charge et à la décharge, et que par conséquent les coupe-circuit auraient laissé à désirer, dans l'un des deux cas, nous avons employé des coupe-circuit à deux barrettes mobiles ; l'une des barrettes est à plomb fin, suffisant à protéger lorsque l'intensité est la plus faible (cas de la mise en tension). Quand l'intensité est maxima (cas de la mise en quantité), on ajoute la seconde barrette dont le plomb est plus fort ; les deux plombs fusibles étant alors en quantité sur un même coupe-circuit, sont calculés pour protéger dans cette circonstance.

M. Aliamet.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Règles et formules pour la distribution du courant électrique aux lampes à incandescence.

Par Carl Hering

Si l'on admet que le potentiel reste constant à la source d'électricité, l'idéal en fait de distribution pour lampes à incandescence (ou moteurs) devrait répondre à deux conditions : d'abord, égalité de potentiel pour toutes les lampes quand elles fonctionnent toutes à la fois; ensuite, invariabilité de potentiel pour chacune d'elles quand les autres viennent à être mises hors circuit. Dans certains cas, tels que ceux de l'éclairage des usines, des rues, des magasins, toutes les lampes fonctionnent à la fois et on n'a à satisfaire qu'à la première condition : mais, dans d'autres cas, pour l'éclairage d'une maison ou d'un théâtre par exemple, les lampes doivent pouvoir être mises isolément en service et l'installation doit, par suite, répondre aux deux conditions.

Il est assez facile de satisfaire à la première et il existe nombre de solutions qui en permettent la réalisation ; il n'en est pas de même pour la seconde, pour la réalisation de laquelle on ne conçoit guère qu'un système idéal dont il faut chercher à se rapprocher autant que possible.

Il convient de remarquer au surplus qu'il serait à peu près impossible de satisfaire à ces conditions d'une façon absolue et que, dans la pratique, on admet *a priori* une variation légère entre les potentiels aux différentes lampes d'un circuit, variation résultant de la chute de potentiel due à la résistance des conducteurs et égale, non à cette perte même, mais à la différence de perte pour les diverses lampes. L'importance de cette variation dépend naturellement des conditions de l'installation envisagée et doit être fixée par l'ingénieur, car elle a une grande importance. La quantité de fil nécessaire augmente en effet très rapidement à mesure que l'on réduit la valeur de la perte admise ; ainsi pour une perte de 2 0/0 le poids de fil sera le double de ce qu'il serait pour une perte de 1 0/0. D'autre part, dans le cas des installations dans lesquelles chaque lampe doit pouvoir être mise isolément hors circuit, la durée des lampes diminue très vite quand on augmente la valeur de la perte consentie, parce que les différences inévitables entre les différentes lampes s'accentuent et que par suite les lampes se trouvent exposées à des variations plus étendues.

Prenons d'abord le cas le plus simple, celui des lampes à fonctionnement simultané. Dans le cas simple représenté sur la figure 1, la différence de potentiel, entre la lampe la plus rapprochée de la source d'électricité et celle qui en est le plus éloignée, résulte simplement de la perte subie dans la longueur de fil entre les deux lampes et

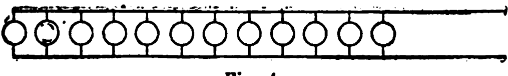


Fig. 1.

ne dépend en aucune façon de la perte subie entre la dynamo (ou le centre de distribution) et la première lampe ; en ce qui concerne les lampes, la valeur de cette dernière perte peut donc être choisie à volonté ; il suffira que, entre la première et la dernière lampe, le fil ait une section suffisante pour que, sur ce parcours, la perte de potentiel n'excède pas la variation de 1 ou 2 0/0 admise pour les lampes. Si la longueur de cette partie du circuit est telle qu'il en résulte pour le fil à employer un diamètre trop considérable, on

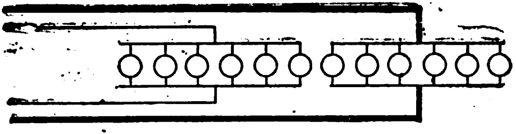


Fig. 2.

répartit souvent les lampes en deux ou plusieurs groupes, alimenté chacun par un circuit séparé, ainsi que le montre la figure 2. Chaque circuit sera naturellement calculé pour donner la même perte de la dynamo aux lampes, de sorte que le circuit le plus long devra être établi avec un fil plus gros que l'autre (fig. 2). Le choix à faire entre le dispositif de la figure 1 et celui de la figure 2 repose entièrement sur des conditions d'économie. La différence de potentiel admise entre les lampes étant fixée, on calculera pour les deux cas, le poids de fil nécessaire et on prendra le système pour lequel ce poids est moindre. Il peut arriver, dans le cas de la figure 1, qu'il y ait avantage à relier les lampes entre elles par un fil plus gros que celui qui amène le courant de la dynamo. Le dispositif de la figure 2, circuits séparés alimentant des groupes autonomes de lampes, présente d'ailleurs cet avantage qu'il s'applique également aux cas où les groupes se trouvent dans des directions différentes par rapport au centre de distribution ; aussi ce système est-il l'un des meilleurs et aussi des plus fréquemment employés.

Le système indiqué sur la figure 3 ne convient guère qu'à des cas spéciaux : les deux conducteurs partant de la dynamo se séparent, l'un suivant une direction autour d'un rectangle, et

l'autre suivant la direction opposée. Avec cette disposition, toutes les lampes placées entre ces deux conducteurs auront le même potentiel, quelle que soit la perte consentie ou la grosseur du fil, à la condition toutefois que les fils positif et negatif soient de même grosseur et que toutes les lampes soient manœuvrées simultanément,

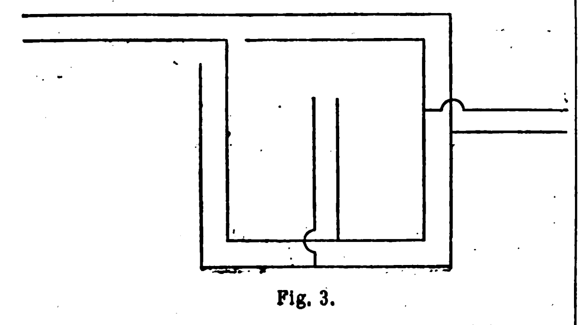


Fig. 3.

car le potentiel cesserait d'être constant si des lampes venaient à être mises hors circuit isolément.

En résumé, lorsque toutes les lampes d'un groupe sont mises en service simultanément et non isolément, la distribution est simple et exige seulement que la *différence* de potentiel entre la lampe la plus rapprochée et celle la plus éloignée sur un même circuit n'excède pas la variation admise de 1, 2 ou même 3 0/0 (dans ce cas, les lampes sont tout à fait indépendantes de la perte entre elles et la dynamo ou le centre de distribution). Il faut d'ailleurs si les lampes sont réparties en un certain nombre de groupes reliés à la même dynamo que la perte, depuis la dynamo jusqu'aux lampes, soit la même pour chacun des groupes. Dans ce cas les groupes sont absolument indépendants les uns des autres et peuvent être mis hors circuit individuellement pourvu que leurs fils ne se rejoignent pas sur leur parcours jusqu'à la dynamo. En d'autres termes, des groupes pourvus de connexions indépendantes avec la dynamo sont indépendants les uns des autres et peuvent être mis hors circuit isolément groupe par groupe, étant supposé bien entendu que la dynamo est à self-régulation.

Examinons maintenant l'autre cas, celui dans lequel chaque lampe doit pouvoir fonctionner isolément. Le problème est tout différent. Si nous nous reportons à la figure 1, nous voyons que la perte de potentiel entre chaque lampe et la source d'électricité dépend de l'importance du courant total et de la résistance des fils qui l'amènent; les chutes de potentiel aux lampes ne resteront donc constantes qu'autant que le courant total restera lui-même constant. Mais si l'on met une lampe hors circuit, le courant total s'amoindrit et la perte à chacune des lampes qui restent diminue aussi et *vice versa*. Finalement si on ne laisse qu'une seule lampe, la perte dans le circuit sera très faible et, par suite, le potentiel à la lampe unique aura augmenté dans la même proportion. Chaque lampe dépend donc, non seulement des autres lampes, mais aussi de la perte totale de potentiel entre elle et la dynamo. C'est là la différence caractéristique entre ce cas et le précédent où toutes les lampes étaient manœuvrées simultanément. Avec des lampes indépendantes les unes des autres, on doit s'attacher à rendre aussi petite que possible la perte entre les lampes et la dynamo, sous peine d'affecter la régularité des lampes et d'en réduire la durée.

C'est pourquoi, en général, il faut employer pour les lampes isolées du fil relativement plus gros que pour les lampes montées en groupes, dès que la distance à la dynamo est suffisamment grande pour qu'il en résulte une différence appréciable.

Supposons, sur la figure 1, qu'il y ait 100 lampes et que la perte, depuis la dynamo jusqu'à la première lampe soit de 4 volts quand toutes les lampes sont en activité. Si nous les mettons toutes hors circuit, sauf une, le voltage de celle-ci s'augmentera d'environ 4 volts. Pour soustraire les lampes à ces écarts fâcheux, on peut choisir le voltage de la dynamo de manière à ce qu'il soit inférieur de 2 volts à sa valeur normale, quand toutes les lampes sont en service, et, au contraire, supérieur de 2 volts, quand il ne reste qu'une lampe en activité, la différence restant toujours de 4 volts. Si, comme cela arrive dans les habitations, les lampes ne sont qu'exceptionnellement toutes à la fois en service, on pourra choisir pour la dynamo le potentiel correspondant au nombre moyen de lampes en service simultanément.

Comme le potentiel aux lampes dépend du courant total dans les fils, le système idéal pour lampes indépendantes serait celui dans lequel on aurait une paire de fils pour relier chaque lampe à la source d'électricité, chacun de ces circuits séparés étant calculé de manière à donner la perte requise pour la lampe qu'il alimenterait. Il n'est pas possible de réaliser pratiquement cet idéal, mais on peut poser comme règle générale que le système qui s'en rapprochera le plus sera le meilleur. Ainsi des deux dispositifs des figures 1 et 2 on voit que celui de la figure 2 est celui qui se rapproche le plus du système idéal, et en effet les variations de potentiel que peuvent avoir à subir les lampes n'y sont que moitié de celles auxquelles elles seraient exposées avec la disposition de la figure 1, quand toutes les lampes sauf une, sont hors circuit. Il résulte de cette règle qu'une distribution par lampes à incandescence sera d'autant meilleure que le circuit comportera plus de dérivations, que ces dérivations seront branchées plus près de la dynamo et que le nombre de fils indépendants allant à la dynamo sera plus considérable. Elle sera meilleure, non seulement parce que les variations de potentiel avec les lampes y seront moindres, mais encore

parce que, pour une même variation admise *a priori*, de 2 0/0 par exemple, on pourra admettre entre la dynamo et les lampes une perte beaucoup plus grande et réaliser ainsi une économie sur les conducteurs. Il est évident que, dans le système idéal, la perte entre la dynamo et les lampes pourrait être quelconque et que l'influence des lampes les unes sur les autres varie proportionnellement au nombre des lampes sur un même circuit et à la distance du point de jonction des fils séparés à la dynamo.

On pourrait être porté à croire que le système idéal se trouverait réalisé si, les fils étant calculés pour chaque lampe ou groupe de lampes, tous ces fils étaient réunis pour former un conducteur unique dont la section serait egale à la somme des sections des petits conducteurs. Mais ce serait une erreur; dès que deux fils sont reliés métalliquement, ils ne font plus qu'un seul et même conducteur.

Pour résumer ce qui a trait aux installations dans lesquelles chaque lampe doit pouvoir être mise hors circuit isolément, nous dirons que le fonctionnement de chaque lampe dépend des autres lampes et de la chute de potentiel entre les lampes et la dynamo, *en tant que la connexion est faite par fils communs*. On devra donc diviser les fils autant qu'on le pourra et répartir la perte totale, de manière à en attribuer la plus grande partie aux petits fils isolés et la plus faible partie aux conducteurs plus gros d'alimentation.

Pour calculer la distribution dans un bâtiment à desservir par des lampes indépendantes l'une

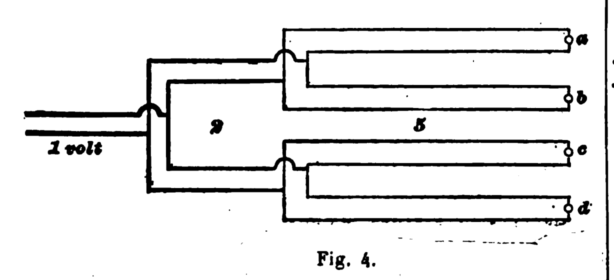


Fig. 4.

de l'autre, il faudra donc chercher à se rapprocher le plus possible de la meilleure distribution en faisant les conducteurs communs aussi courts que possible et en faisant entrer les fils secondaires pour la plus grande proportion que l'on pourra dans l'ensemble de la distribution. On déterminera la perte totale, 4 volts par exemple, et on la répartira entre les fils de manière à en avoir la plus petite partie (1 volt par exemple) sur le conducteur commun et le reste (3 volts) sur les fils secondaires entre lequels elle pourra encore être divisée s'il le faut. On déduira la grosseur de chaque fil du nombre de lampes qu'il alimente et de la fraction de la perte totale qui lui est attribuée. Les lampes ne dépendront alors l'une de l'autre qu'autant qu'elles seront montées sur des fils communs et jusqu'à concurrence seulement de la variation de perte que peuvent déterminer les autres lampes dans ce fil.

Le cas (exagéré) de la figure 4 permettra de fixer les idées à cet égard. Nous supposons qu'il y ait quatre lampes à alimenter; *a*, *b*, *c*, *d*, et nous divisons les fils, comme on le voit sur la figure, de manière à répartir la perte totale de 8 volts à raison de 1, 2 et 5 volts sur chacun des conducteurs successifs; les distances relatives sont proportionnelles à celles indiquées sur le diagramme. On le voit, la perte est relativement petite sur les conducteurs communs et plus grande sur les branches individuelles. Prenons maintenant une lampe, telle que *a*, son voltage sera augmenté de la façon suivante, du fait des autres lampes : de 1/4 volt, avec *b* hors circuit; de 1/4 de volt, avec *c* ou *d* hors circuit ; de 1/2 volt avec *c* et *d* mis à la fois hors circuit; de 1 3/4 volt avec *b*, *c* et *d* hors circuit.

Prenons maintenant pour terme de comparaison le mode de distribution avec simple paire de conducteurs de la figure 5, la perte de potentiel restant toujours de 8 volts. La mise hors circuit d'une lampe augmentera de 2 volts le voltage des autres; avec deux lampes hors circuit l'augmentation de voltage pour les deux autres sera de 4 volts et enfin, si on ne laisse qu'une lampe, son voltage augmentera de 6 volts. On voit quelles différences considérables on obtient; tandis que, dans le cas de la figure 4, nous avions un écart maximum de 1 3/4 volt, nous trouvons dans le cas de la figure 5 un écart maximum de

8 volts

Fig. 5.

6 volts; le poids du fil dans le cas de la figure 4 n'est d'ailleurs que très peu supérieur, dans le rapport de 23 à 20. Si nous voulions, avec le dispositif de la figure 5, employer un fil plus gros de manière à avoir la même variation maximum que dans le cas de la figure 4, c'est-à-dire 1 volt et 3/4, la perte totale ne devrait être que de 2 volts et le poids du fil serait triple environ de celui de la figure 4. On voit quel avantage il y a de fractionner la distribution, sans compter que le dispositif de la figure 4 permet d'alimenter des lampes dans toutes les directions, à ce quoi ne se prête pas le dispositif de la figure 5. Il est évident du reste que les figures qui nous ont servi de termes de comparaison varieront dans de très larges proportions, selon les circonstances et qu'aucune règle générale ne saurait être donnée à l'égard du bénéfice réalisé.

Dans les considérations qui précèdent il faut entendre par dynamo le point où commence la distribution, c'est-à-dire le centre de distribution ou le point commun auquel le potentiel est main-

tenu constant. Dans l'établissement des fils pour de grands bâtiments, il est d'usage de poser une paire de gros conducteurs jusqu'à un point central à partir duquel commence la distribution. Cette paire de conducteurs, pourvu qu'elle soit unique sur la dynamo, n'est pas comprise dans la discussion ci-dessus, car il a été supposé que la dynamo était réglée de manière à maintenir un potentiel constant aux extrémités de cette paire de conducteurs, c'est-à-dire au centre de distribution. Si la dynamo n'assurait pas cette invariabilité de potentiel ou s'il y avait plusieurs paires de conducteurs, le centre de distribution serait ramené à la dynamo et ces conducteurs feraient partie de la distribution.

On commet souvent la grosse erreur de croire qu'une dynamo peut, sans appareil spécial, assurer la constance du potentiel avec plus d'un centre de distribution. Cela s'applique, bien entendu, à un système avec lampes indépendantes. Supposons que toutes les lampes d'un des centres de distribution soient toutes en circuit et que, au contraire, il ne reste qu'une lampe de l'autre centre de distribution ; cette lampe recevrait un courant trop intense, car la dynamo devrait être maintenue au potentiel élevé nécessaire pour l'alimentation des lampes de l'autre centre. On ne peut surmonter cette difficulté que de deux façons : soit approximativement, en faisant très petite la perte sur les conducteurs principaux ; soit en interposant des régulateurs sur chacun des circuits partant de la dynamo.

On a proposé aussi de se servir de lampes à bas voltage pour les centres de distribution les plus éloignés et de lampes à haut voltage pour ceux les plus rapprochés, en raison des différences de perte de potentiel. Reste à savoir si cela est praticable. Une lampe à bas voltage exige un courant plus considérable et, par suite, un fil plus gros; ce n'est d'ailleurs pas une pratique à recommander que de se servir dans une même installation de lampes de voltages différents, à moins qu'une personne compétente ne soit chargée de les placer convenablement.

Dans le système à trois fils, il y a pratiquement deux lampes en série et, par suite, on n'a besoin que de fils moitié moindres (en section) pour le même nombre de lampes qu'avec le système en dérivation ordinaire. De plus, la perte de potentiel est répartie sur deux lampes et peut, par conséquent, être doublée, ce qui permet de réduire encore de moitié la quantité de fil qui se trouve ainsi n'être plus que le quart de ce qu'elle serait avec le système à deux fils. Mais, pour amener le courant aux lampes qui ne peuvent être en série avec une autre, on pose un troisième fil ou fil neutre qui, dans les installations pour habitations, est généralement choisi de même grosseur que les deux autres; il résulte de ce chef une augmentation de moitié de la quantité de fil, de sorte que finalement ce système exige une quantité totale de fil égale aux trois huitièmes de celle nécessaire avec le système simple. Pour calculer les fils dans le cas de la distribution à trois fils, on procèdera donc comme dans le cas ordinaire, puis on divisera la section obtenue par quatre, ce qui donnera la grosseur à adopter pour chacun des trois fils du système. On obtiendrait naturellement le même résultat en ne se servant que du quart du nombre des lampes, ou bien du quart de la distance, ou encore d'une perte quadruple.

Coupe-circuit fusibles. — Le principe général des coupe-circuit de sécurité ou fusibles c'est la protection contre tout excès dangereux de courant des portions de fil situées *au delà*, les fils compris entre ces appareils et la dynamo ne sont pas protégés. Les coupe-circuit doivent donc toujours être placés au *commencement* d'un fil (c'est-à-dire à l'extrémité du côté de la dynamo) et non du côté des lampes. Ils doivent en outre être toujours être assez petits pour protéger le *plus petit* fil posé au delà, jusqu'au prochain coupe-circuit ; l'inobservation de cette règle est assez fréquente et peut être une source de danger grave ; aussi faut-il placer un coupe-circuit à chaque changement de diamètre des fils, à moins que le coupe-circuit précédent soit assez petit pour protéger le fil le plus petit. En général donc, un coupe-circuit fusible sera placé au commencement de chaque circuit secondaire, sauf l'exception mentionnée.

Le bâtiment n'est pas complètement protégé si un seul côté du circuit est pourvu de coupe-circuit, car il est possible qu'un fil soit porté à une haute température si, par exemple, un gros fil protégé et un fil de lumière non protégé sont à la fois à la terre ou en contact. Les coupe-circuits doivent donc toujours être à « double pôle ».

On a proposé de former les coupe-circuit de fil de cuivre d'un diamètre plus petit que les fils à protéger. Ce serait là une bonne règle générale, mais la température de fusion du cuivre est beaucoup plus élevée que celle des alliages de plomb, et il est à craindre que les projections de cuivre fondu ne deviennent une cause de danger.

Les coupe-circuit doivent porter l'indication du courant pour lequel ils fondent ; mais ces indications sont souvent inexactes même pour les appareils vendus par des compagnies sérieuses et l'ingénieur devra toujours en essayer un avant de se servir des autres. Quelques coupe-circuit portent l'indication du nombre de lampes qu'ils peuvent alimenter normalement, pour d'autres, ce sont les ampères qui sont indiqués, ou le courant produisant la fusion, etc.; mais, à moins d'être fixé sur leur valeur, il est prudent de ne pas s'en rapporter à ces indications.

Formules.—Leur établissement, leur usage. — Quand un courant passe à travers un fil, il y a une perte graduelle de voltage tout le long du

fil. Cette perte, d'après la loi d'Ohm, est égale au produit de l'intensité du courant et de la résistance, c'est-à-dire à

$$E = I \times R$$

D'un autre côté la résistance d'un fil a pour expression

$$R = \frac{l}{d^2} 10{,}605^{1}$$

formule dans laquelle R est la résistance en ohms légaux à 75-80° F. (23 à 26° C.); l, la longueur du fil en pieds; d, le diamètre en mils (ou d^2, la section en mils circulaires).

On déduit de ces deux formules

$$E = \frac{10{,}605Il}{d^2}$$

qui permet de déterminer la perte de potentiel, connaissant l'intensité du courant, la longueur du fil et son diamètre. Comme en général le circuit est à retour, il est plus simple de ne se servir que de la longueur de chacun des deux côtés représentée par D. Comme d'ailleurs c'est la perte qui est généralement connue et le diamètre que l'on cherche, on ramènera la formule à la forme

$$d^2 = \frac{21{,}22ID}{E}$$

dans laquelle D est la distance en pieds entre la dynamo et les lampes ou le moteur par exemple.

Pour les circuits alimentant des lampes à arc, cette formule s'appliquera en déterminant d'abord l'intensité du courant I qui est égale à 746 fois le pouvoir en chevaux divisé par le voltage du moteur, ou qui peut être pris dans les tables spéciales.

Pour les lampes à incandescence, la formule peut se simplifier encore en substituant le nombre de lampes n à l'intensité i, auquel cas il est nécessaire d'introduire la constante i qui est le courant qu'exige une lampe. On multiplie généralement tout de suite cette constante par le facteur 21, 22 et le produit est la « constante » pour le calcul des fils. La formule devient alors :

$$d^2 = nD \times \frac{(21{,}22 \times i)}{E}$$

dans laquelle la quantité entre parenthèses est la constante calculée une fois par toutes. Cette constante est ensuite divisée par la perte correspondante E en *volts* (et non en pour cent), ce qui donne une nouvelle constante qui, cette fois, n'est applicable que pour la perte considérée seulement. Le calcul est donc le suivant : multiplier le nombre de lampes par la distance en pieds et par la constante (obtenue comme il vient d'être dit et après division par la perte en volts). Le résultat est la section en mils circulaires. On cherchera dans une table la jauge qui correspond à cette section, ou bien, dans une table des carrés et des racines carrées, le diamètre correspondant en mils.

[1] Cette constante est établie d'après les nouveaux *types Matthiessen présentés* par le comité de l'Amer. Inst. of Elect. Engineers.

Si l'on emploie ensemble des lampes de différentes intensités lumineuses (et par suite exigeant des courants d'intensité différente), le mieux sera de les ramener toutes à leur équivalent d'un type unique, ou encore de chercher l'intensité totale du courant et de se servir de la formule dans laquelle entre cette intensité, au lieu du nombre des lampes.

Souvent la perte est donnée en pour cent, au lieu d'être donnée en volts. Pour trouver dans ce cas sa valeur en volts, il suffit de multiplier le voltage de la lampe V par le pour cent (en nombre entier, ainsi : *2* 0/0) et de diviser le produit par 100. Si l'on veut faire entrer le pourcentage dans la formule elle deviendra

$$d^2 = nD\frac{(21{,}22 \times i)}{0/0\ V}$$

V étant le voltage de la dynamo et 0/0 la perte en pour cent (en unités, soit 2).

Au lieu de donner la section en mils circulaires, c'est-à-dire d^2, la formule pourrait être établie pour donner cette section en mils carrés, mais l'usage des mils circulaires au lieu des mils carrés est devenu à peu près universel et est d'ailleurs beaucoup plus simple, de sorte qu'on ne saurait recommander de s'y soustraire. Si cependant on voulait avoir la section en mils carrés au lieu de mils circulaires, on multiplierait la constante numérique par 7 854 et on changerait d^2 en a.

Les explications données ci-dessus sur la « constante » permettront de la calculer dans chaque cas. Il est toujours préférable de faire ce calcul soi-même, à moins d'être bien sûr que la constante donnée par le fabricant est convenable. La détermination de cette constante exige que l'on ait la valeur de l'intensité nécessaire pour une lampe ; quand cela est possible, il est bon de faire cette mesure sur un lot de 10 ou 100 lampes, car les valeurs données à cet égard par les constructeurs sont souvent bien au-dessous des valeurs réelles.

L. F.

(*The Electrical Engineer de New-York.*)

Les unités électriques du présent et de l'avenir

Par M. Francis-B. Crocker

En théorie, et probablement aussi dans la pratique, toutes les unités de tout ordre, présentes et à venir, peuvent être dérivées de trois unités fondamentales : le centimètre, le gramme et la seconde, que nous connaissons tous. Les unités mécaniques s'en dérivent très facilement. Pour obtenir la vitesse, nous divisons la longueur par le temps ; l'accélération n'est autre que ce quotient divisé de nouveau par le temps. La force imprime l'accélération à une masse : c'est le principe pris

par Newton pour mesurer la force. Le travail n'est autre chose que le produit de la force par la distance ; il faut, par exemple, deux kilogrammètres pour élever un kilogramme à deux mètres.

Les unités électriques se dérivent presque aussi facilement du système C. G. S. ; il s'agit seulement de choisir le point de départ.

Il y a dans l'électricité deux lois fondamentales. L'une est la loi de Coulomb, qui s'applique à l'électricité statique, et en vertu de laquelle une charge électrique attire ou repousse une autre charge avec une force directement proportionnelle au produit des quantités, et inversement proportionnelle au carré de la distance. Autrefois, on accordait à l'électricité statique une grande importance. Les vieux livres étaient pleins de bonshommes aux cheveux hérissés, de balles de moelle de sureau, etc.

Mais aujourd'hui, l'électricité statique ne compte plus beaucoup. Ce n'est pas là qu'est la force. Une étincelle luit, et tout est fini. Il nous faut quelque chose de plus durable que cela. Partout où l'on veut employer l'électricité, ce doit être sous la forme d'un courant qui subsiste.

La loi fondamentale du courant électrique est celle d'Ampère, qui établit que le courant affecte l'aimant en raison directe des forces de l'aimant et du courant, de la longueur du fil, et en raison inverse du carré de sa distance à l'aimant. Du moment où l'on peut mesurer la longueur du fil et le carré de la distance, on peut en déduire la force du courant.

Mais ceci implique l'existence d'unités magnétiques. Prenons deux barres aimantées exactement semblables. Si je tourne les pôles nord l'un vers l'autre, ils se repoussent réciproquement. Si les aimants sont suspendus délicatement à des fibres de soie et placés à l'unité de distance l'un de l'autre, et si l'on mesure exactement leur répulsion soit par la torsion de la fibre, soit en équilibrant la répulsion au moyen d'une autre force connue (un ressort délicat, par exemple), je pourrai connaître combien d'unités de force polaire l'aimant possède. Pour, de là, déduire l'unité de champ magnétique, nous disons que l'unité de pôle placée à l'unité de distance produit l'unité de force du champ. Le champ est l'élément le plus important dans les machines dynamos et dans beaucoup d'autres cas.

Pour avoir une ligne de force (qui, soit dit en passant, est l'unité la plus usitée dans la pratique) nous produisons l'unité de champ, et nous en prenons une unité de surface, qu'on appelle ligne de force. Cette unité est plus ou moins arbitraire mais néanmoins bien définie, et c'est d'elle que nous faisons un si grand emploi. Nous en lisons le nom jusque dans les journaux quotidiens.

Revenons à la mesure du courant. Prenons une unité de pôle et faisons agir sur elle l'unité de force, en lui appliquant l'unité de longueur d'un courant, à l'unité de distance et l'unité de longueur : c'est là l'unité d'intensité. Nous passons ainsi du quadrant terrestre à l'unité d'intensité par plusieurs degrés simples, dont chacun est facile à saisir, parfaitement logique et directement enchaîné à celui qui le précède.

De l'intensité, qui est, à mon avis, l'unité fondamentale de l'électricité pratique, l'on déduit la quantité d'électricité. La quantité d'électricité n'est pas autre chose que le flux d'électricité de l'unité de courant dans l'unité de temps.

La force électromotrice est peut-être la plus embarrassante de ces unités. Elle signifie la tendance de l'électricité à produire un courant et à engendrer un travail. Par conséquent, la force électromotrice multipliée par la quantité d'électricité donnera le travail. Si je dispose d'une certaine force électromotrice et d'une unité de quantité, je produirai un certain travail qui sera mesuré par la force électromotrice, exactement comme pour la vapeur. Je me donne 100 livres de pression de la vapeur et un pied cube de vapeur ; j'en obtiens un travail. Si je prends deux pieds cubes de vapeur à la même pression, le travail sera double. Inversement, si la vapeur n'a que 50 livres de pression et si j'en prends deux pieds cubes, j'aurai la même somme de travail, en pratique (un peu moins dans le cas de la vapeur) que lorsque j'avais pris un pied cube à la pression de 100 livres. En d'autres termes, le produit de la pression, ou de la force électromotrice, par la quantité constitue le travail. Donc, pour avoir la force électromotrice, il faut diviser le travail par la quantité.

La loi d'Ohm établit que la résistance est égale à la force électromotrice divisée par l'intensité, ces deux derniers facteurs étant connus. Tirer de là les autres unités n'est plus qu'affaire d'écritures. Ainsi, la capacité est égale à la quantité divisée par le potentiel ; c'est-à-dire que l'unité de capacité se tirera de l'unité de quantité et de l'unité de potentiel. Le travail est égal au potentiel multiplié par la quantité, ainsi que je l'ai expliqué plus haut. La force donne la mesure du travail. Donc la quantité par seconde du potentiel multipliée par le courant donne la force.

Arrivons maintenant à la self-induction.

La self-induction est un phénomène peu familier à beaucoup de personnes, bien qu'elle commence à jouer un grand rôle dans la pratique. Elle intervient dans les téléphones, dans les lignes souterraines et sous-marines, dans les armatures des dynamos, dans les transformateurs et les autres appareils à courants alternatifs. On devrait lui accorder autant d'attention qu'à la résistance. On ne l'a pas fait jusqu'ici, mais ce n'est pas une raison pour qu'on ne le fasse pas dans l'avenir.

Il y a plusieurs manières de définir la self-induction ; la meilleure est, je crois, de la considérer comme une force contre-électromotrice. C'est-

à dire, que si j'envoie un courant téléphonique dans un électro-aimant, celui-ci réagit contre le courant. Quand le courant tend à traverser l'électro-aimant, l'électro-aimant s'y oppose. Partant de là, la meilleure manière de définir l'unité de self-induction est de dire qu'elle engendre une unité de force contre-électromotrice quand l'unité de courant change de direction dans l'unité de temps. Néanmoins, la manière ordinaire de dériver cette unité est de multiplier la résistance par le temps. Cette manière de faire peut paraître singulière; mais elle est fondée sur ce que la self-induction est l'augmentation apparente de la résistance qui a lieu au moment ou l'on envoie un courant dans un circuit. Si je commence à faire passer un courant dans le champ magnétique d'une machine dynamo, il se passera quelque temps avant qu'il acquière toute sa force. L'aimant opposera au courant une résistance beaucoup plus grande que la simple résistance qu'opposerait le fil s'il était en ligne droite, et cela par suite de l'enroulement du fil en bobine autour d'un noyau de fer. Mais une fois le régime d'intensité établi, la self-induction cesse. Elle ne se produit qu'au moment de la naissance ou d'un changement de direction.

Les unités absolues n'ont pas de nom; on les désigne simplement par le terme unités absolues de force électromotrice, de résistance, ou de quantité. Cela veut dire qu'elles dérivent directement du centimètre, du gramme et de la seconde, et les *dimensions* d'unités sont les expressions mathématiques du rôle de ces quantités fondamentales dans chaque unité. Dans quelques-unes, les trois quantités interviennent; dans d'autres, deux; dans d'autres encore, une seule. Prenons, par exemple, la surface. La surface est le carré de la longueur; ainsi, un mètre carré est une surface. Le volume est le cube de la longueur. La vitesse est le quotient de la longueur par le temps.

Venons maintenant aux unités pratiques. Chacune des unités absolues, dérivées comme je l'ai dit, est ou trop petite ou trop grande pour servir aux usages courants. Il était donc indispensable d'adopter un multiple ou une fraction de l'unité absolue. Pour la résistance, on a pris le nombre rond multiple qui s'approchait le plus de l'unité de Siemens, employée autrefois. Ce nombre rond est 10^9; donc un billion de ces minuscules unités absolues font un *ohm;* c'est l'unité pratique de résistance. Elle a reçu le nom du physicien qui découvrit la loi de l'intensité; précédent après lequel on continua de donner à toutes les unités électriques, sans exception, le nom de savants électriciens distingués. On appelle *volt* 10^8, c'est-à-dire 100 000 000 d'unités absolues de force électromotrice. Ce nombre rond était le plus voisin de l'ancienne unité de force électromotrice, l'élément Daniell. Ayant ainsi choisi les deux premières unités en s'écartant le moins possible de leurs devancières, et les ayant déterminées, on poursuivit par la valeur théorique de l'*ampère.*

Choisir le nombre d'unités théoriques à adopter pour unité pratique et déterminer celle-ci sont deux choses différentes. On eut pu créer tout le système sans faire une seule expérience. L'ampère pouvait être déterminé beaucoup plus facilement que l'ohm et le volt, en équibrant, ainsi que je l'ai dit, l'attraction du courant sur l'aimant par une force connue. Or, nous connaissons la force du magnétisme terrestre; elle n'est pas du tout difficile à déterminer en suspendant un barreau aimanté, et en déterminant la durée de son oscillation et son moment d'inertie. Connaissant le magnétisme terrestre, il suffit d'équilibrer l'effet du courant sur un aimant par l'effet du magnétisme terrestre sur ce même aimant; on connaîtra l'effet du courant, et par conséquent son intensité. C'est le principe du galvanomètre des tangentes.

Le galvanomètre des tangentes nous donne donc la valeur de l'intensité du courant en unités absolues; en prenant 10^{-1} de celles-ci, nous en aurons la valeur en ampères. En effet, le volt est égal à 10^8 et l'ohm à 10^9; en divisant l'un par l'autre, suivant la loi d'Ohm, on obtient 10^{-1}. Ayant la valeur absolue de l'intensité, nous déterminerons la quantité de métal dont un courant donné provoquera le dépôt par électrolyse. Mais nous ne pouvons la calculer; nous devons la déterminer. C'est ainsi qu'a été déterminé le poids exact d'argent qu'un ampère fait déposer en une heure; cette opération a été faite au dixième de milligramme près par le département des Essais de l'Ecole des Mines; le poids est 4,0248 grammes. Le volt et l'ohm ont, au contraire, demandé des années d'un travail laborieux. Dans la détermination primitive de l'ohm par le Comité de la « British Association », on commit une erreur de 1/4 0/0, erreur énorme dans une mesure scientifique.

Dans la confection des étalons de ces unités, c'est le volt qui expose le plus aux erreurs. Le galvanomètre des tangentes et le dépôt d'argent donnent l'ampère très exactement; pour l'ohm, on peut se baser sur une bobine connue. Mais pour le volt, on dépend de piles-étalons renfermant des liquides très sujets à se décomposer ou à s'altérer.

L'unité de capacité, le *farad*, est très grande; il faut en prendre le millionnième pour s'en servir couramment. Le microfarad, adopté comme mesure, est d'une dimension très convenable. Il correspond à la capacité de 3 à 4 kilomètres de câble transatlantique, tandis qu'il faudrait la capacité d'un millier de câbles transatlantiques pour faire un farad. La raison de l'énormité du farad est que nous nous sommes astreints à déterminer les unités en fonctions d'un volt, d'un coulomb, etc. Or, dans l'électricité statique, un

volt est fort peu de chose. Les charges statiques ordinaires vont par 100 000 volts et plus; par exemple, il faut à peu près 100 000 volts à l'étincelle d'une charge statique pour franchir un pouce, c'est-à-dire faire un saut fort ordinaire. Prendre le volt pour déterminer l'unité de capacité statique oblige donc à une immense capacité pour tenir un coulomb sous une tension électrique si inférieure.

Je dois maintenant faire ressortir ce fait, que nos « unités absolues » et nos « unités pratiques » ne sont absolues et pratiques que nominalement. Les unités absolues, en effet, dérivent toutes d'une mesure terrestre entachée d'erreur[1]. Les unités pratiques conduisent, pour mesurer les capacités, au farad, qui est 1 000 fois plus grand que la plus grande capacité qui se rencontre dans la pratique. Je soutiens donc qu'il nous faut un troisième système d'unités, c'est-à-dire des « unités d'opérations ». On pourrait aussi les appeler « unités commerciales »; mais on peut objecter à cette dénomination qu'elles seraient employées dans le laboratoire de recherches aussi bien que dans l'industrie. Le microfarad s'emploie dans le laboratoire non moins que dans les bureaux d'une compagnie de téléphone ou de télégraphe sous-marin. Les unités en question ne sont donc pas purement commerciales; elles sont, aussi bien pour la science que pour l'industrie, des « unités d'opération ». Certaines unités d'opération concordent avec les unités pratiques correspondantes; d'autres non. L'ampère, le coulomb et le volt sont dans le premier cas, malgré qu'on emploie le milliampère en télégraphie. L'ohm va bien dans la plupart des travaux pratiques, mais, pour les essais d'isolation, il a fallu mettre en usage le mégohm; personne ne songerait à se servir d'une autre mesure dans ce genre d'essais. Voilà donc une importante catégorie de travaux dans laquelle l'unité d'opération n'est pas la même que l'unité soi-disant pratique.

Quant au farad, il n'en peut être question dans la pratique. Ici l'unité pratique n'est plus le moins du monde pratique, et il a fallu adopter une unité d'opération infiniment différente.

Le watt se prête à un grand nombre d'usages; mais, pour les grands travaux, on se sert du kilowatt. Le kilowatt est un bon mode d'expression de la force des dynamos, parce qu'il se rapproche beaucoup du cheval-vapeur.

Nous arrivons enfin à la dernière unité, au *Henry*, le nouveau membre de la famille. Il s'agit maintenant de savoir si l'unité d'opération sera le henry ou le millihenry. J'avais pensé à réduire la valeur du henry au millième de sa valeur donnée dans la table; mais c'eût été une erreur, parce qu'au lieu d'avoir pour sa valeur la seconde multipliée par l'ohm, on aurait eu la seconde multipliée par le millième d'ohm, ou un centième d'ohm. C'eût été détruire la simplicité et l'harmonie du système, où chaque unité dérive de la précédente suivant la raison de 1 : 1, à l'exclusion de tout rapport complexe tel que 1 : 1 000 ou 1 : 10 000. Le coulomb est le produit de l'ampère par la seconde ; le volt, celui de l'ampère par l'ohm ; le farad, le quotient du coulomb par le volt ; le joule, le produit du volt par le coulomb; le henry, le produit de la seconde par l'ohm. Changer quelque chose à l'un quelconque de ces rapports serait, je crois, une erreur, parce que ce serait introduire une exception dans le système.

Heureusement, le henry est une valeur assez pratique. Ainsi, une grande dynamo Edison en dérivation marche à 100 ou plusieurs fois cent henrys. Un électro-aimant de téléphone n'est que de 0,01 à 0,1 d'henry, mais on ne peut pas s'attendre à des expressions en chiffres entiers pour des appareils de ce genre. Une grande bobine d'induction compte souvent 1 000 henries ou plus.

On voit que cette unité n'est ni trop grande, ni trop petite. Elle est à peu près ce qu'il faut. L'ampère correspond au dépôt de 4,025 grammes d'argent par heure; le volt à 0,926 d'un élément Daniell; l'ohm légal à une colonne de 106 centimètres de mercure d'un millimètre carré de section; l'unité de self-induction à la longueur du quadrant terrestre. On voit que, parti du quadrant terrestre pour obtenir l'unité fondamentale de longueur, puis passant par tout le système des unités mécaniques et des unités électriques, on finit, par revenir au quadrant terrestre. C'est un fait extrêmement remarquable.

L'unité de self-induction correspondant à la longueur du quadrant terrestre, la conférence de Paris l'a désignée sous le nom de *quadrant*. C'était, à mon sens, une injustice envers les électriciens américains, qui n'ont assurément pas moins contribué que ceux des autres nations au progrès de la science et des industries électriques. Si l'Angleterre a le farad, le joule et le watt, la France le coulomb et l'ampère, l'Allemagne l'ohm, et l'Italie le watt, nous pouvons bien, de ce côté de l'Atlantique, revendiquer pour la nouvelle unité le nom de celui qui découvrit la self-induction, de Joseph Henry.

Quant aux unités à venir, les perfectionnements des travaux modernes en nécessiteront bientôt. Il nous faut dès maintenant une unité de champ magnétique. Nous pourrions l'exprimer par le nombre de lignes de force au centimètre carré; mais ce serait un moyen peu commode. En l'appelant tout bonnement *le franklin*, nous éviterions une longue phrase. Le nom de Franklin, rappelle, c'est vrai, l'électrostatique plutôt que l'électromagnétisme, mais toutes les unités de

[1] On sait que le mètre n'est pas tout à fait exactement le dix-millionième du quart du méridien terrestre, par suite de l'erreur d'environ 0,0001 commise dans la mesure du quadrant par la Commission française.

l'électrostatique ont déjà leur nom. Quant à la valeur à adopter pour la nouvelle unité, c'est une question très difficile. Une erreur peut être la source d'embarras et de pertes de temps considérables, tandis qu'un bon choix apporterait de grandes facilités. J.

(*Electric-Club de New-York, séance du 18 décembre 1890.*)

BIBLIOGRAPHIE

Électricité expérimentale et pratique, cours professé à l'École des officiers torpilleurs, par H. Leblond. Tome troisième, 2e fascicule. Application de l'Électricité à bord des navires.

In-8°, pages 289 à 763 avec figures. Prix : 8 fr. (*Paris, Berger-Levrault et Cie*).

Nous avons rendu compte, au moment de leur apparition[1], des deux premiers volumes et du premier fascicule du troisième volume de cet excellent traité. Le deuxième fascicule du tome III, dont nous nous occupons aujourd'hui, complète l'ouvrage. Il est plus spécialement consacrés aux applications de l'électricité à bord des navires; cependant on n'y parle pas, et c'est sans doute avec intention,de certaines applications que l'on pouvait s'attendre à y trouver.

Les questions traitées sont les suivantes:

Les transformateurs, Les conducteurs, la distribution de l'énergie électrique, La lumière. Les moteurs, La téléphonie.

Nous n'insisteront pas d'avantage sur la valeur du travail de M. Leblond : les espérances qu'avait fait naître le premier volume se sont réalisées et le dernier fascicule confirme et affermit l'autorité que cet ouvrage avait conquise avant même que sa publication ne fût terminée.

[1] *Revue intern de l'Elect.* Tome X, p. 33; Tome XI, p. 37 et *Electricien*, 2e série, Tome I, p. 441.

The Arithmetic of Electricity, a Manual of electrical calculations by arithmetical methods [L'arithmétique de l'Électricité. Manuel de calculs relatifs à l'électricité par des méthodes arithmétiques], par T. O'Conor Sloane.

In-12, 138 pages avec figures. Prix : 1 dollar. (*New-York, Norman W. Henley and C°.*)

« La solution d'un problème par l'arithmétique est parfois plus laborieuse que par l'algèbre, mais elle frappe davantage l'esprit et permet de mieux comprendre la question traitée. L'arithmétique est une analyse et il y a entre elle et l'algèbre la même analogie qu'entre la géométrie plane et la géométrie analytique. Sa puissance est relativement limitée, mais elle très instructive dans sa manière d'envisager les questions auxquelles elle s'applique. »

Ce sont ces considérations qui ont guidé l'auteur dans la rédaction de ce petit traité. Cela ne l'empêche point d'admettre que l'étude complète des lois de l'électricité réclame l'assistance des hautes mathématiques; mais il n'en est pas moins d'avis que, dans la pratique, son *Arithmétique de l'électricité* aura toujours une place utile.

Après avoir parcouru son livre, nous avons la conviction que nous ne serons pas seul à partager son opinion.

En effet, ce travail, conçu sur un plan absolument nouveau, met les calculs de la pratique de l'électricité à la portée de tous. Il les réduit à leur plus grande simplicité en se servant de constantes; mais on ne perd rien à ce mode de procéder, car un chapitre spécial est consacré à la démonstration des méthodes employées pour les cas qui le réclament. Dans ce chapitre spécial, ainsi d'ailleurs qu'après chaque règle, quand cela est utile et pratique, l'auteur indique les solutions en formules algébriques.

Le groupement des piles, l'effet calorifique des courants, la chute de potentiel dans les conducteurs, les calculs relatifs aux courants alternatifs et aux systèmes à trois fils, sont d'excellents exemples de la manière dont peuvent être traitées les différentes questions de la pratique usuelle. Chaque règle est suivie d'un ou plusieurs problèmes dont l'auteur indique la solution.

Une série de tables complète ce petit traité. Elles comprennent notamment : les équivalences des diverses unités électriques, mécaniques, de travail, d'énergie, etc ; les rapports entre les différents systèmes d'unité de tous genres, les rapports des différentes jauges de fils, les résistances spécifiques, les équivalents thermochimiques et électro-chimiques, etc.

En résumé, ce petit livre, dans sa simplicité, peut rendre des services pratiques beaucoup plus sérieux que n'en rendent bien des traités beaucoup plus savants et plus volumineux.

Éléments du magnétisme terrestre à Lyon en 1890, par Ch. André.

In-8°, 7 pages. (*Lyon, imprimerie Plan.*)

De l'épilation par l'électrolyse, par le docteur William Dubreuilh, professeur agrégé à la Faculté de médecine et de pharmacie de Bordeaux.

In-8°, 16 pages. (*Bordeaux, imprimerie Gounouilhou.*)

Electro-homœopathic medicine : a new medical system : being a popular and domestic guide founded on experience [Médecine électro-homœopathique. Nouveau système médical. Guide populaire et domestique basé sur l'expérience], par C. Mattei, traduit par R. M. Theobald, 2e édition.

In-8°. Prix : 5 shillings. (*Londres, Stott.*)

An introduction to the mathematical theory of Electricity and Magnetism [Introduction à la théorie mathématique de l'Électricité et du Magnétisme], par W.-T.-A. Emtage.

In-8°, 226 pages. Prix : 7 sh. 6 d. (*Londres, Frowde.*)



Accumulateur Tudor.

Brochure in-4° de xxxiv-38 pages, avec figures (*Bruxelles, Paris et Lille, Société anonyme franco-belge*, 1891).

Nous avons déjà eu l'occasion de parler du luxe auquel se croient obligées les industries électriques dans leurs catalogues et prix courants. La présente brochure est un modèle du genre. C'est une notice desciptive et..... laudative, bien entendu, de l'accumulateur Tudor, exploité par la Société sus-mentionée. Bien que cette très belle brochure soit consacrée, dans ses xxxiv premières pages à faire ressortir les mérites dudit accumulateur, nous devons constater que les formes littéraire et scientifique y sont respectées. Les 38 autres pages sont uniquement occupées par la liste de *quelques-unes* des installations d'éclairage ou autres qui utilisent l'appareil en question. Si la multiplicité des installations est une preuve de succès, ce doit en être une aussi de la qualité du produit.

Nous souhaitons à l'accumulateur Tudor de poursuivre sa carrière aussi brillamment qu'il l'a commencée.

CHRONIQUE

Congrès international des Électriciens à Francfort. — Le Congrès international des électriciens réunis à Francfort, sous la présidence d'honneur de M. von Stephan, a nommé président M. Werner von Siemens et vice-présidents MM. Preece pour l'Angleterre, Hospitalier pour la France, Waltenhofen pour l'Autriche, Ferraris pour l'Italie et Kohlrausch pour l'Allemagne.

M. von Stephan a présidé la séance d'ouverture le 8 septembre.

Le nombre des membres du Congrès est de 650, dont 198 étrangers.

L'assemblée a résolu de discuter les bases d'une législation concernant les applications de l'électricité. On a commencé ensuite la lecture des travaux des membres du Congrès.

Phénomène de foudre globulaire. — Un orage d'une violence rare a éclaté le 3 septembre courant, à quatre heures après midi, sur Paris et les environs. A Épinay-sur-Seine, un *éclair en boule* est venu frapper une barre de fer qu'un ouvrier tenait à la main. Le fluide a suivi la barre de fer, qui a été tordue, puis, rasant le sol, est remonté pour aller frapper un arbre à son sommet.

L'arbre a été dépouillé de ses branches. La boule de feu continuant sa course est redescendue vers le sol où elle a éclaté à quelques mètres de distance avec un fracas épouvantable, renversant trois personnes qui se trouvaient à l'intérieur d'une maison voisine.

Au moment de l'explosion, il s'est produit une quantité considérable de vapeur d'eau qui a obscurci l'atmosphère.

Des personnes qui se trouvaient à une certaine distance ont perçu une odeur d'ozone très accentuée.

L'ouvrier qui tenait la barre de fer a reçu une forte commotion dans le bras. Il a pu toutefois regagner son domicile peu de temps après l'accident.

La foudre en mer. — Depuis quelques années, on remarque que les navires sont beaucoup moins souvent frappés par la foudre qu'autrefois, même sous les tropiques où les orages sont si fréquents. D'après le dépouillement des journaux de bord qui se fait à l'observatoire allemand, depuis 1879, la proportion des navires atteints par la foudre a beaucoup diminué et l'on attribue cela au gréement en fil de fer qui sert de conducteur au fluide et permet à celui-ci d'aller se perdre dans l'eau en suivant la muraille en fer du navire. Le capitaine Dinklage chargé d'étudier la question n'a trouvé aucun exemple de navire, pourvu d'un gréement en fil de fer, qui ait été frappé par la foudre et avarié, à l'exception de ceux dont le gréement conducteur ne communique pas avec le gréement en fer.

Au contraire, les navires en bois avec gréement en filin, sont souvent avariés par la foudre lorsqu'ils ne sont pas munis de paratonnerres et de chaînes conductrices.

Prix de l'aluminium. — La « Cowles Electric Smelting and Aluminium C° » à Lockport, N.-Y., a ramené le prix de l'aluminium pour au moins une tonne, à 5 550 fr. la tonne.

Adjudications. — L'administration des Postes et des Télégraphes mettra en adjudication, rue de Grenelle, 103, à Paris.

1° Le 30 septembre courant :

410 tonnes de cuivre de haute conductibilité et 30 000 manchons de raccordement pour ces fils (en six lots) ;

2° Le 1er octobre prochain :

1er lot. — 100 kilomètres de cable téléphonique à un conducteur double.

2e lot. — 100 kilomètres de cable téléphonique à 7 conducteurs doubles.

Changement de raison sociale. — La maison Mornat, Genteur et Cie, de Paris, prend désormais la raison sociale J.-A. Genteur et Cie, par suite de la retraite de M. Mornat.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.



2e Série. — Tome II. N° 40 3 Octobre 1891.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LES CANALISATIONS D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DE PARIS

(*suite*[1])

La Société d'éclairage et de force par l'électricité

Le secteur concédé à cette Société embrasse une grande étendue. Des considérations particulières ont déterminé certains points de son périmètre. Il s'étend des grands boulevards à la partie nord des fortifications entre les chemins de fer de l'Est et le boulevard Barbès, comprenant la ligne des boulevards de Magenta, de Strasbourg, de Bonne-Nouvelle côté nord, la place de la République, les rues des faubourgs Saint-Martin et Saint-Denis.

Le secteur est desservi par cinq usines situées : rue de Bondy, rue des Filles-Dieu, quai de la Loire, faubourg Saint-Denis et boulevard Barbès.

Le réseau de distribution est composé de deux conducteurs, alimentés par des

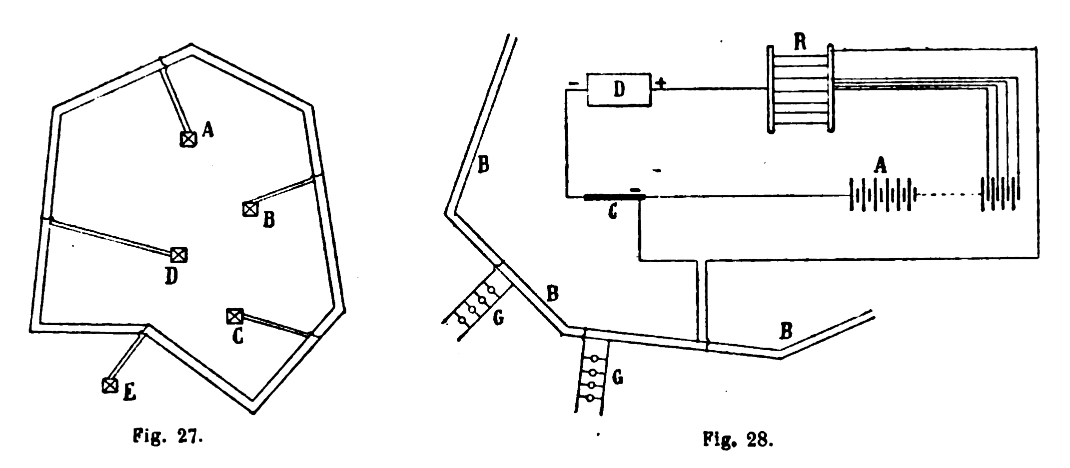
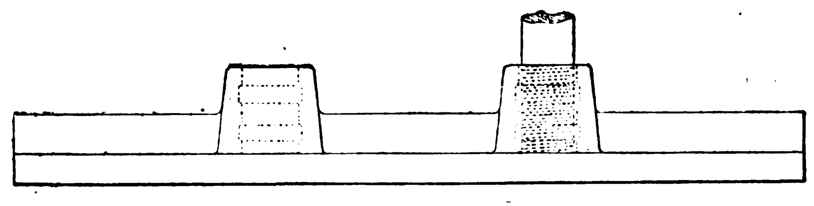


Fig. 27. Fig. 28.

feeders qui y maintiennent une différence de potentiel à peu près constante. De sorte que le système serait schématiquement représenté par la figure 27 dans laquelle les


Fig. 29.

lettres A, B, C, D indiquent les usines de production reliées au réseau par feeders. Nous n'avons désigné qu'un feeder pour chaque usine; en réalité, il en existe un grand nombre.

[1] Voir nos 31, p. 78 et 32, p. 90.

Des fils pilotes révèlent à l'usine la tension existant aux divers points de raccordement des feeders au réseau.

Des cinq usines dont nous venons de donner la position et la nomenclature, deux

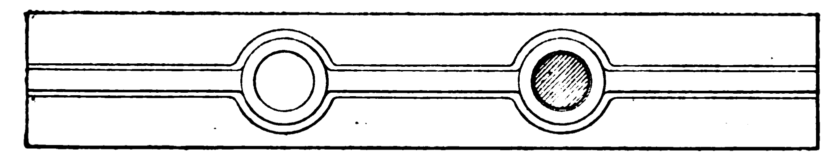


Fig. 30.

reçoivent leur puissance d'un centre générateur à haute tension situé à Saint-Ouen, sur la rive de la Seine : ce sont celles du boulevard Barbès et du faubourg Saint-Denis. Des transformateurs à courant continu y ramènent la haute tension à celle de tension basse de 124 volts.

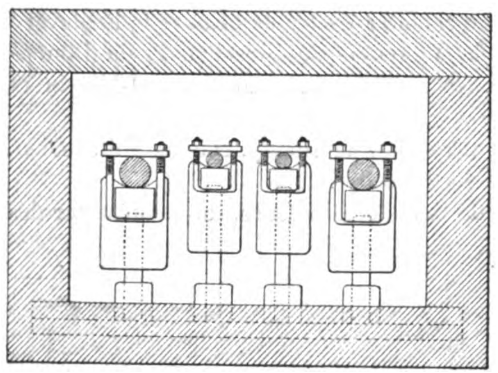


Fig. 31.

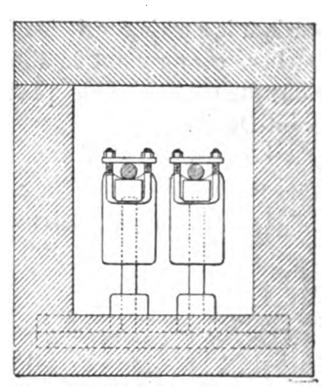


Fig. 32.

Les trois autres stations produisent des courants à basse tension au moyen d'installations autonomes de chaudières, moteurs à vapeur et dynamos avec l'adjonction d'énormes batteries d'accumulateurs chargées en dérivation. La figure 28 fait concevoir la disposition électrique de ces usines. Le pôle négatif des dynamos, des accumulateurs et l'un des feeders sont tous reliés à la borne négative du tableau de distribution.

Les lignes rejoignant l'usine de haute tension aux deux centres de transformation de Paris sont en partie aériennes, en partie souterraines.

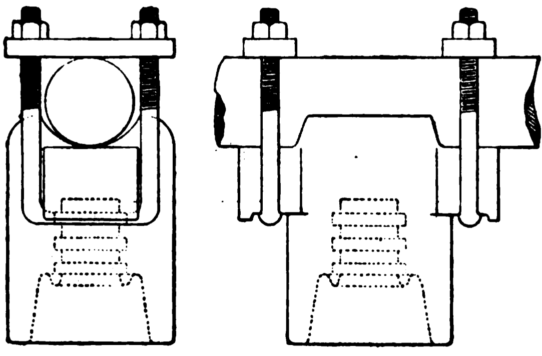


Fig. 33. Fig. 34.

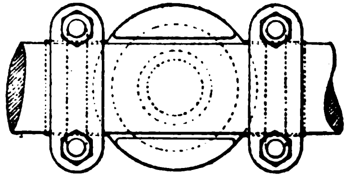


Fig 35.

La portion aérienne est formée de câbles de cuivre, généralement nus, appuyés sur des poteaux en bois par l'intermédiaire d'isolateurs en porcelaine à double cloche. Quand à la fraction souterraine, elle est construite d'après les procédés de canalisation que nous allons développer.

En général, les conducteurs sont formés de câbles nus, portés par des isolateurs en

porcelaine scellés au soufre sur des tiges en fer galvanisé. Celles-ci sont filetées à chaque bout et leur extrémité inférieure également scellée au soufre dans une embase en fonte placée dans le caniveau. Les figures 29 et 30 représentent ces patins en fonte avec les bossages pour recevoir les tiges filetées et des nervures de consolidation. Les figures 31 et 32 montrent la position des isolateurs dans le caniveau figuré en coupe; le premier renferme les conducteurs du réseau de distribution accompagnés des feeders, tandis que le second contient uniquement la distribution.

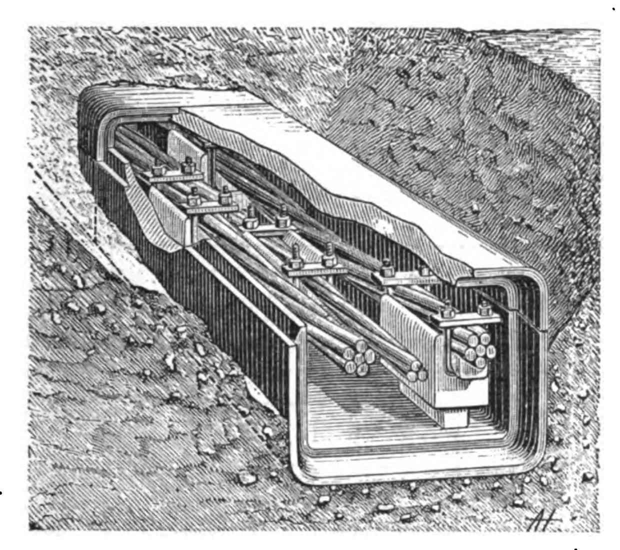
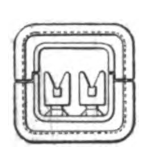


Fig. 36



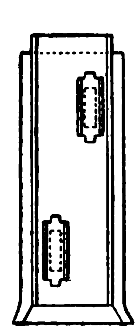


Fig. 36 *bis*.

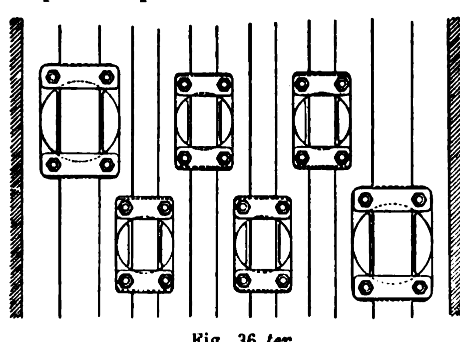


Fig. 36 *ter*.

Le caniveau est fait en béton de ciment coulé sur place dans la tranchée sous trottoir. Ce mode de procéder offre une très grande élasticité de pose; il donne la faculté, bien utile en certains endroits, de tracer au canal des courbures facilitant singulièrement la pose. Le plafond du caniveau est composé de dalles aussi en béton moulé.

La fixation des câbles sur les isolateurs s'effectue au moyen d'étriers en fer galvanisé. Les isoloirs sont d'un modèle spécial (fig. 33 à 35). Leur corps cylindrique est muni, au niveau supérieur, de deux bossages latéraux venus de moulage avec le corps principal, échancrés à leur plan inférieur pour recevoir la barrette horizontale de l'étrier. Le câble est serré par des écrous sur la tête de l'isolateur. Ce dispositif est un perfection nement amené par les inconvénients qu'avait engendrés le premier montage in-

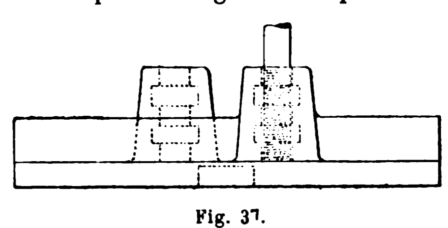


Fig. 37.

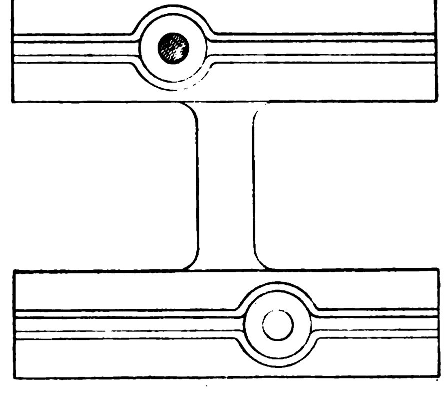
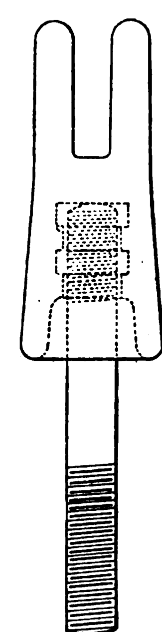
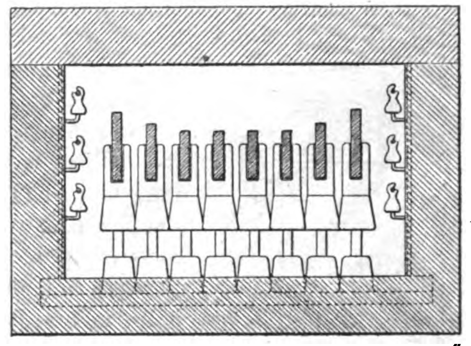


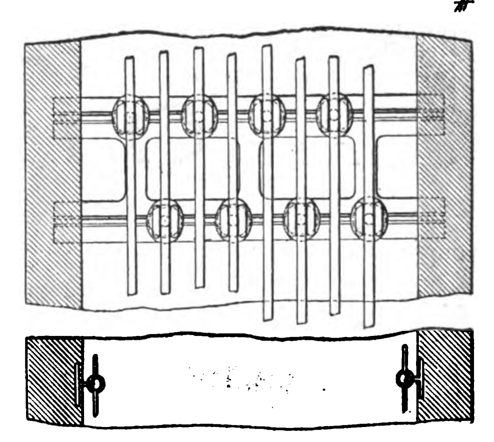
Fig. 38.

diqué dans les figures 31 et 32 où l'on remarque que les boulons traversent les oreilles

de l'isolateur, et il arrivait fréquemment qu'un serrage inégal des tiges déterminait la fracture de la porcelaine.

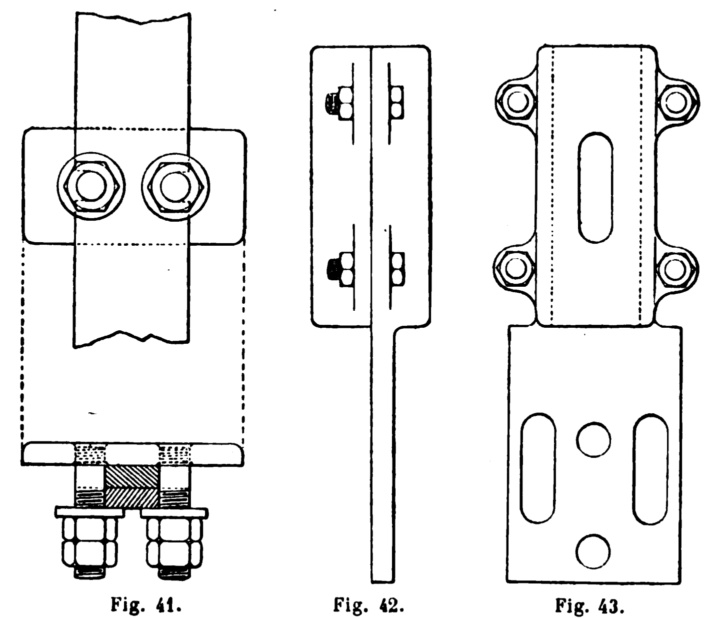

Fig. 39.




Fig. 40.

L'encombrement du sous-sol des trottoirs est quelquefois tel que le caniveau qui est d'un assez fort volume, même quand le nombre des câbles est restreint, ne peut trouver passage. On emploie dans ce cas une sorte de gouttière en grès céramique (fig. 36 et 36 *bis*) divisée en deux parties par une brisure horizontale, l'une se superposant à l'autre. Les supports isolants sont répartis en quinconce sur le fond (fig. 36 *ter*). La symétrie du quinconce permet de loger jusqu'à six câbles avec l'emploi des caniveaux en béton.

Il a fallu aller plus loin. En certains endroits, particulièrement à la sortie des usines, l'accumulation des conducteurs devient si grande qu'on a été contraint de recourir à l'application des barres de cuivre. Les tiges des isolateurs sont alors groupées sur des bases en fonte de la forme représentée (fig. 37 et 38). Les isolateurs ont la forme de la figure 39; rassemblés en quinconce ils supportent dans le caniveau les bases métalliques de la façon indiquée par la figure 40.


Fig. 41. Fig. 42. Fig. 43.

Pour opérer la jonction des câbles, leurs extrémités sont sciées à mi-épaisseur sur une longueur suffisante, puis rapportées l'une sur l'autre de manière à reconstituer la section du câble, ligaturées ensemble avec du fil de cuivre, puis enfin maintenues par des boulons de serrage entre les mâchoires d'un manchon cylindrique en deux pièces et empâtées dans une masse de soudure.

Les bandes sont reliées par des plaques agrafes de fer, boulonnées étroitement l'une contre l'autre (fig. 41). Après la fixation des

plaques de joint, la soudure est versée de façon à réaliser un contact parfait.

Les jonctions des bandes aux câbles sont faites avec des manchons d'un type spécial dont une partie forme un logement cylindrique côté du câble et l'autre partie un support plat pour la bande. Le tout étant boulonné fortement, on verse la soudure qui envahit les espaces vides (fig. 42, 43 et 44).

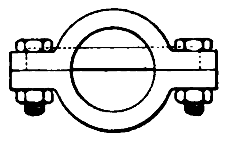


Fig. 44.

Les feeders sont reliés au réseau de distribution par une disposition particulière qui permet de les séparer facilement : dans le principe, ils étaient raccordés au moyen de tables de jonction constituées par une dalle d'ardoise posée sur des supports en porcelaine. Les conducteurs étaient pincés dans des pièces terminales avec chapeaux fixés par quatre boulons. Les figures 45 et 46 montrent un modèle de l'une de ces tables disposée pour trois conducteurs. Le courant, entrant par le conducteur d'angle, peut être amené à l'un ou à l'autre

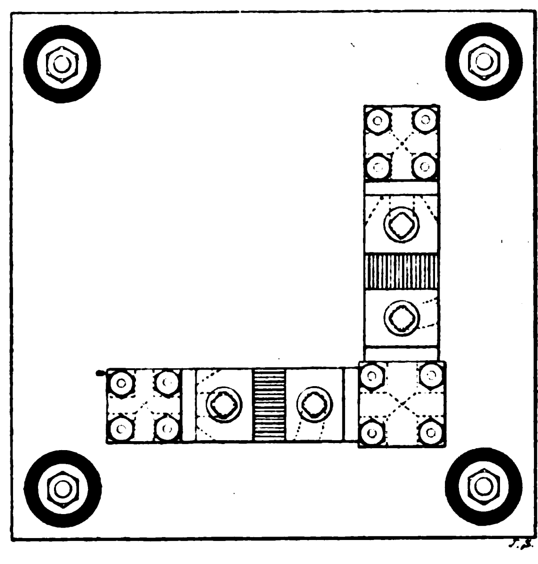


Fig. 45.

terminus ou à tous les deux en connexion avec la pièce d'angle par des plombs fusibles amovibles.

Cet arrangement n'a pas répondu aux espérances fondées sur lui ; avec le temps, les dalles d'ardoise présentaient un isolement défectueux.

Aussi le système a-t-il été remplacé par celui de la figure 47. Les étaux en bronze portant le pont mobile sont fixés sur des isolateurs en porcelaine dont le chapiteau s'aplatit en forme de tablette.

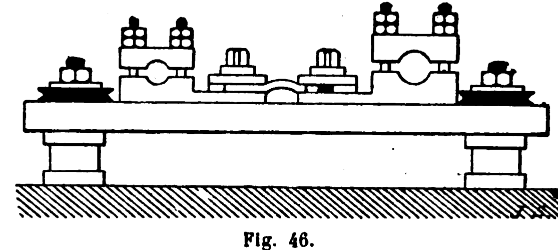


Fig. 46.

A la traversée des rues, les caniveaux sont arrêtés à des puits verticaux le long des parois duquel descendent les câbles nus sur isolateurs pour s'engager dans une galerie souterraine en suivant des

dispositions analogues à celles que nous avons précédemment exposées. A de fréquents

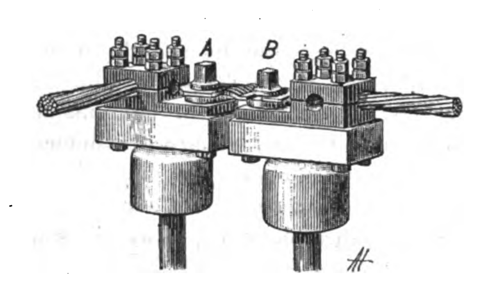


Fig. 47.

intervalles, et spécialement aux changements de direction des caniveaux, sont ménagés des regards d'environ 50 centimètres carrés fermés par des bouchons en fonte asphaltés tout comme les ouvertures des puits.

La figure 48 montre, en coupe une galerie souterraine et les câbles étagés le long de ses pieds-droits : les positifs d'un côté, les négatifs de l'autre. Cette galerie contient tous les câbles sortant de l'usine de la rue de Bondy et se dirigeant vers la place de la République.

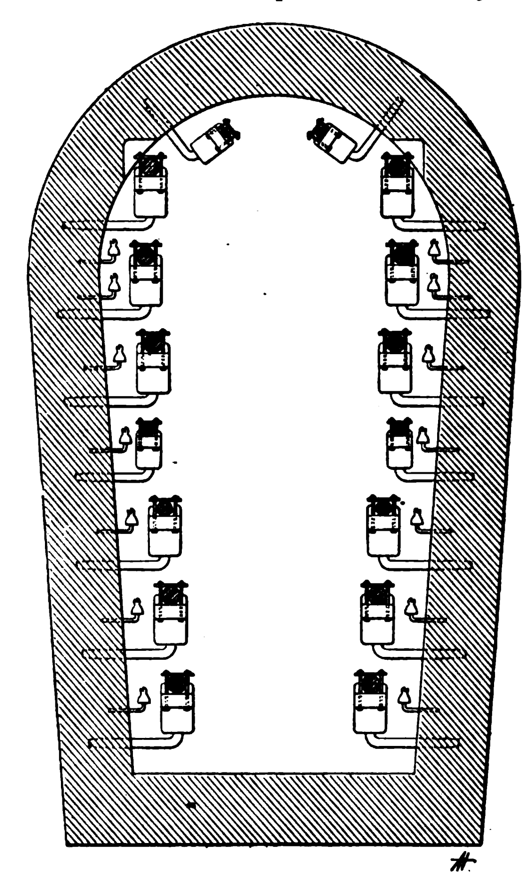


Fig. 48.

(*à suivre.*)

E. Dieudonné.

NOTES PRATIQUES A L'USAGE DES ÉLECTRICIENS AMATEURS

CAS PARTICULIERS D'INSTALLATION DE SONNERIES

Dans les numéros 22 et 23 (30 mai et 6 juin 1891) de l'*Électricien*, nous avons donné aux amateurs qui voudraient faire ce travail eux-mêmes les indications nécessaires pour construire une sonnerie trembleuse. Bien que d'une extrême simplicité, l'appareil que nous avons décrit fonctionne très bien ; sa construction, bien entendu, peut être plus ou moins réussie ; si le constructeur est habile et soigneux, la sonnerie sortant de ses mains ne sera inférieure ni comme aspect, ni comme usage à celles que fournit le commerce.

Nous voulons aujourd'hui, comme suite à ce premier article, nous occuper de quelques cas particuliers d'installation de sonneries.

La sonnerie trembleuse répond à peu près à tous les besoins d'un service domestique ; cependant on peut désirer établir, pour une cause quelconque, une communication spéciale entre deux pièces d'un appartement, par exemple. Cette communication pourra

s'effectuer au moyen de certains signaux conventionnels, comme un seul coup, ou un nombre donné de coups de timbre. Dans ce but, il sera très facile de transformer la sonnerie trembleuse que nous avons précédemment construite en sonnerie à un coup et, par suite, à plusieurs coups. Avec cette sonnerie transformée, il suffira d'appuyer une, deux, trois fois..... sur le bouton d'appel pour obtenir un, deux, trois coups de timbre.

Il peut également être utile de faire entendre l'appel simultanément en plusieurs endroits ; on devra naturellement, pour cela, disposer du nombre nécessaire de sonneries qui devront être modifiées en vue de satisfaire à ce service particulier.

Ces transformations et modifications sont indiquées ci-après.

Transformation de la sonnerie trembleuse en sonnerie à un coup. — Pour opérer cette transformation, il suffit de détacher de l'équerre du ressort de contact C le fil qui réunit cette équerre à la borne de sortie B² et de le fixer à l'équerre support de l'armature A, comme le montre la figure 1. L'armature et le ressort de contact se trouvent ainsi mis hors circuit; quand on appuie sur le bouton d'appel le courant arrive par la borne d'entrée, traverse les bobines, l'équerre de l'armature et s'échappe par la borne de sortie. L'armature est attirée et le marteau vient frapper le timbre ; mais, le courant ne passant plus par le ressort de contact, il n'y a pas interruption du circuit et l'armature ne quitte les noyaux de l'électro-aimant que lorsque l'on cesse d'appuyer sur le bouton d'appel ; il suffit donc, pour que le marteau frappe, d'appuyer un seul instant, aussi court que possible. Mais on comprend que, si le marteau reste au contact du timbre lorsqu'il a frappé, celui-ci ne pourra vibrer librement, le son sera désagréable et s'entendra mal. Il faut donc régler le marteau de manière à obtenir un son bien clair. On y arrive facilement en appuyant l'armature contre les noyaux de l'électro-aimant, puis en pliant la tige du marteau jusqu'à ce que celui-ci ne touche plus, mais soit cependant très près du timbre ; on laisse ensuite l'armature reprendre sa position de repos et la sonnerie est prête à fonctionner.

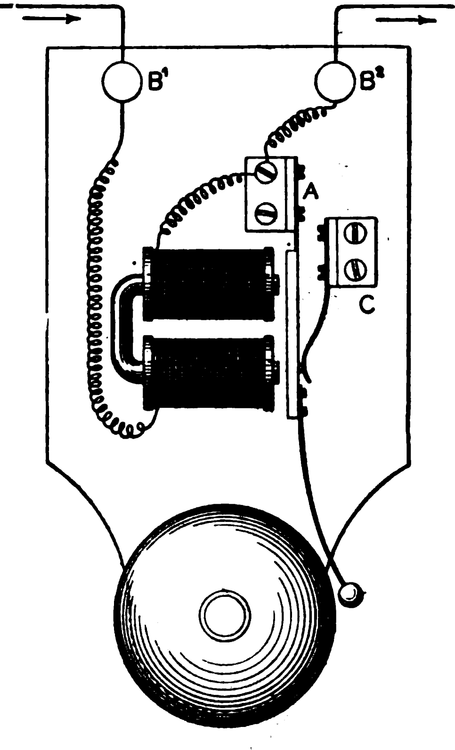


Fig. 1.

Si l'on désirait faire marcher la sonnerie à volonté en trembleuse ou en sonnerie à un coup, la modification serait un peu différente. On fixerait au socle une troisième borne B³ que l'on relierait à l'équerre de l'armature A, tout en laissant subsister la communication existant entre la borne de sortie B² primitive et l'équerre du ressort de contact C ; puis, au moyen d'un commutateur à manette ou autre, on grefferait sur le fil de ligne, à un endroit convenable et à portée de la main, un fil de dérivation allant à la troisième borne B³ ajoutée sur le socle. On aurait ainsi une sonnerie trembleuse lorsque la manette du commutateur serait sur le fil du circuit ordinaire B² C¹ et une sonnerie à un coup lorsque la manette serait sur le fil de dérivation B³ C². Cette disposition, représentée par la figure 2, offre toutefois cet inconvénient que, si le commutateur n'est pas placé à l'abri de toute atteinte involontaire, la manette peut être déplacée accidentellement; la ligne et

la dérivation se trouvent ainsi toutes deux isolées et la sonnerie ne fonctionne pas au moment où l'on en a besoin. Si l'on veut absolument recourir à une installation de ce genre, il sera donc préférable d'employer un commutateur à cheville.

Installation de plusieurs sonneries en série. — Si les sonneries que l'on veut installer de manière à obtenir des appels simultanés dans différents endroits, plusieurs pièces de la même habitation par exemple, sont des sonneries à un coup, l'opération est très facile : il suffit de monter les sonneries les unes à la suite des autres, sur le même fil, ce fil partant d'un pôle de la pile et revenant s'attacher à l'autre pôle après avoir traversé successivement le bouton d'appel et toutes les sonneries. Dans ces conditions, il est évident que lorsqu'on appuiera sur le bouton le courant passera dans les bobines de toutes les sonneries et que celles-ci sonneront toutes en même temps.

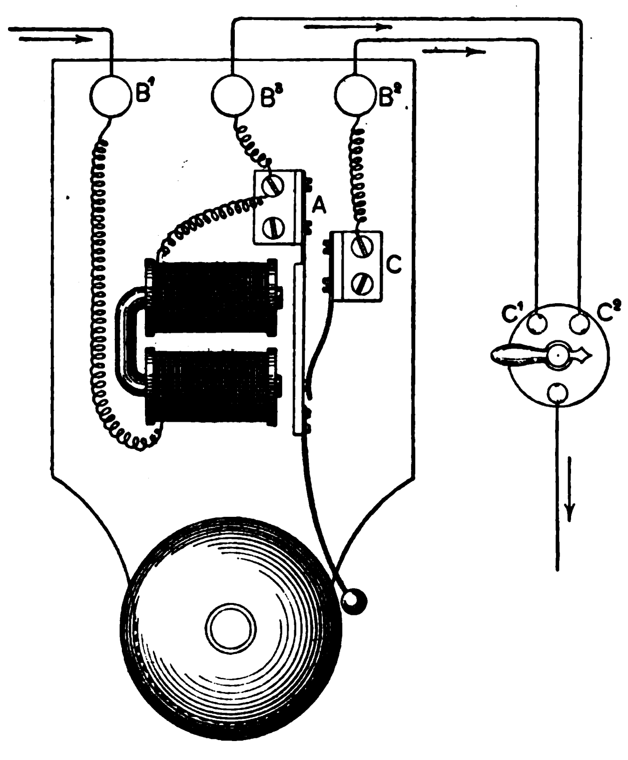


Fig. 2.

Si les sonneries dont on dispose sont des trembleuses ordinaires, l'installation du système ne donnera, au contraire, qu'un fonctionnement très défectueux. On comprend, en effet, qu'il n'est pas possible d'obtenir des sonneries tout à fait semblables et que leurs armatures ne peuvent, par suite, vibrer à l'unisson. On ne doit donc pas songer à réaliser un montage de sonneries en série avec des trembleuses ordinaires, si l'on veut un résultat satisfaisant.

Il y a deux moyens de vaincre cette difficulté :

1° *En transformant en sonneries à un coup toutes celles que l'on veut installer, moins une.* On place celle-ci la première sur le circuit et lorsqu'elle vibre elle communique ses vibrations à toutes les autres. Cette installation est moins défectueuse que la précédente, mais elle n'est pas entièrement satisfaisante, toujours par cette raison qu'il n'y a pas de sonneries pouvant vibrer exactement à l'unisson ;

2° *En modifiant les sonneries de manière à rendre le fonctionnement de chacune d'elles indépendant de celui des autres.* — La modification à effectuer consiste à transformer d'abord chaque sonnerie trembleuse en sonnerie à un coup, en détachant, comme il a été dit plus haut, le fil qui relie la borne de sortie B^2 à l'équerre du ressort de contact C^1 et en le fixant à l'équerre de l'armature A. On ajoute ensuite sur le socle, au-dessous de l'électro-aimant, comme le montre la figure 3, une troisième équerre C^2 avec ressort de contact contre lequel puisse venir buter l'armature quand elle est attirée, puis on fixe à cette équerre un fil que l'on attache par son autre extrémité à la borne d'entrée B^1 où vient aboutir déjà le fil des bobines. Il résultera de cette disposition :

1° Que le courant, arrivant par la borne d'entrée B^1 traversera les bobines et

s'échappera directement par la borne de sortie B² en aimantant les noyaux de l'électro-aimant ; l'armature sera attirée, mais le circuit ne sera pas interrompu ;

2° Que, l'armature étant attirée et arrivant au contact du ressort fixé à la troisième équerre C², le courant trouvera à la borne B¹ deux passages, l'un par les bobines de l'électro-aimant, relativement très résistant, l'autre par l'équerre C² et l'armature, sans résistance appréciable. Il passera tout entier, ou à peu de chose près, par cette dernière voie ; l'armature cessera d'être attirée, reviendra en arrière en interrompant le circuit dérivé en C², le courant passera de nouveau dans les bobines et ainsi de suite, de telle sorte que la sonnerie fonctionnera en trembleuse sans que le courant subisse d'interruption. Toutes les sonneries intercalées dans le circuit étant modifiées de la même manière, elles fonctionneront simultanément.

Il faut, bien entendu, prendre toutes les précautions nécessaires pour que les contacts et les interruptions se produisent bien, c'est-à-dire pour que le réglage soit parfait. Il faut, en outre et surtout, que l'énergie de la pile soit proportionnée à la résistance du circuit, qui augmente avec le nombre de sonneries intercalées. On ajoutera donc des éléments en tension jusqu'à ce que le fonctionnement soit entièrement satisfaisant.

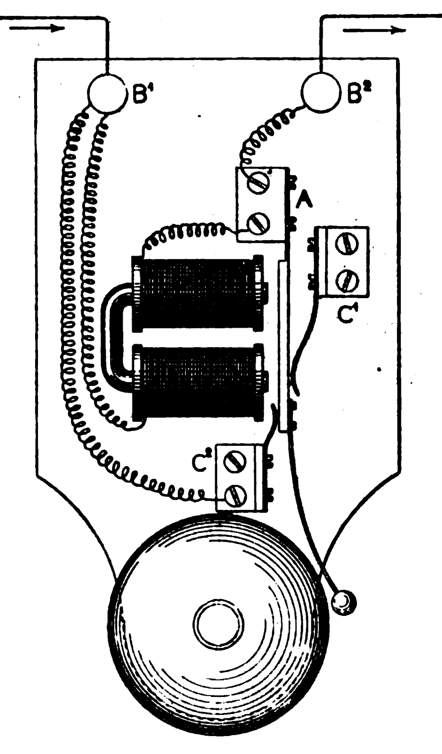


Fig. 3.

On pourrait, bien entendu, obtenir avec une installation en dérivation le même résultat qu'avec une installation en série ; mais celle-ci est beaucoup plus simple, moins dispendieuse et offre une plus grande sécurité.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Sur la valeur de l'huile comme isolant pour courants à haut voltage

Par David Brooks

Jusqu'en 1884, les huiles figuraient, dans les ouvrages d'électricité parmi les conducteurs. James T. Sprague, par exemple, dans la deuxième édition de son livre, les range parmi les conducteurs « dans l'ordre de leur poids spécifique ». Son premier brevet pour l'emploi de l'huile comme isolateur fut pris en 1878 et aujourd'hui le sujet attire l'attention de tous les électriciens. La *London Electrical Review* donne un compte rendu d'expériences faites par Siemens et Halske de Berlin, au cours desquelles il fut constaté qu'un câble ordinaire Siemens, pour lumière électrique, qui se rompait sous la tension de 15 000 volts résistait parfaitement à une tension de 20 000 volts en se servant d'huile. En Suisse, l'huile a été employée avec succès complet non seulement pour isoler des conducteurs, mais aussi pour les transformateurs.

L'auteur a fait l'expérience suivante pour montrer combien l'huile est préférable à l'air comme isolant. Une grosse machine de Holtz donnant une étincelle de 0,1875 m à travers l'air ne pouvait donner d'étincelle entre deux fils entrelacés d'un câble, séparés seulement de 1/4

de pouce (0,006m) quand ceux-ci étaient plongés dans l'huile.

Les extrémités des fils entrelacés étaient rattachées à des fils à enveloppe de caoutchouc, reliés eux-mêmes aux pôles de la machine de Holtz et recouverts de tubes de verre. Les deux fils entrelacés furent alors placés dans un récipient contenant de l'huile avec une couche d'eau au dessus, l'huile étant plus lourde que l'eau.

L'étincelle jaillit à travers les tubes de fil à fil au-dessus de l'huile ; dans la partie du vase où se trouvait l'eau, les tubes furent rompus en face des épissures, tandis que dans l'huile les fils entrelacés soutinrent la tension entière de la machine. Or une étincelle de 7,5 pouces (0,1875 m) correspond, suivant Warren De la Rue, à 175 000 volts si elle se produit entre un point et un disque, mais dans le cas présent à un voltage beaucoup plus élevé, puisqu'elle se produit entre deux sphères.

Quand on ne protège pas les conducteurs par des tubes de verre, la tension se trouve considérablement réduite par une décharge silencieuse, des étincelles bleues passant à travers l'enveloppe de caoutchouc. Avec des fils nus pour relier les deux fils expérimentés aux pôles de la machine de Holtz, la tension est encore moindre à cause des pertes à travers l'air.

L'expérience tend à montrer que l'air n'est pas un bon isolant pour les voltages élevés et aussi à confirmer les expériences faites en Suisse sur la valeur de l'huile comme isolant dans les transformateurs.

Des expériences ont été aussi faites avec des câbles à lumière électrique à fort isolant et destiné à transmettre des courant de haute tension. Aucun d'eux n'a résisté à plus de 12 000 volts et la plupart se sont rompus à moins de 10 000 volts.

L. F.

(*Franklin Institute. — Electrical Section*, 5 *mai 1891.*)

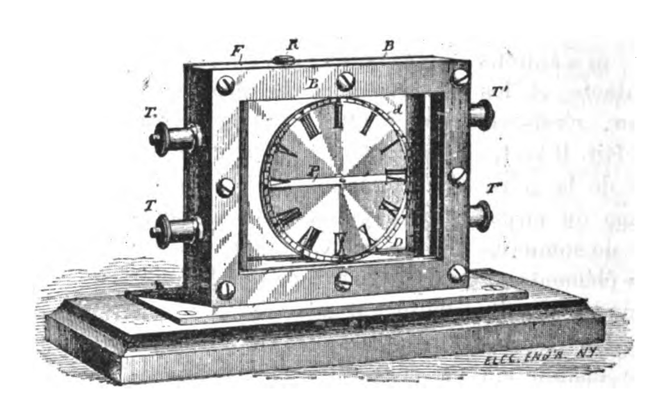
Une horloge électrolytique

Par Nikola Tesla

Si l'on dispose un disque métallique bien équilibré sur un pivot délicat dans une solution galvanoplastique, à égale distance de l'anode et de la cathode, une moitié du disque devient électropositive et l'autre moitié électronégative. Il s'ensuit que l'une de ces moitiés cède du métal à la solution, tandis qu'un dépôt métallique s'effectue sur l'autre moitié; il en résulte que le disque tourne sous l'action de la pesanteur. Comme la quantité de métal déposé et dissous est proportionnelle à l'intensité du courant, la vitesse de rotation est également proportionnelle à cette intensité.

C'est en 1888 que je réalisai pour la première fois un dispositif de ce genre en vue de construire un compteur électrique. Ayant appris que j'avais été devancé par d'autres dans l'application du même principe [1] j'imaginai l'appareil représenté par la figure ci-dessous.

Dans cette figure, F est un bâti rectangulaire en caoutchouc durci, fixé sur un socle en bois. Ce bâti a une épaisseur d'environ 12,5 mm, une longueur de 150 mm et une hauteur de 125 mm. Sur les deux côtés intérieurs sont d'épaisses plaques métalliques servant d'électrodes fixées solidement contre le bâti en caoutchouc par les vis des bornes TT, T'T'. Sur les faces latérales sont fixés deux cadres B et B' en laiton de la même forme que le bâti F. Ces cadres servent à maintenir deux plaques de verre poli que l'on



serre, sans crainte de les briser, entre des bandes de caoutchouc souple, au moyen de vis qui traversent les cadres de laiton et s'engagent dans l'épaisseur du bâti.

Le liquide électrolytique est une solution concentrée de sulfate de cuivre que l'on verse dans le récipient par une ouverture pratiquée à la partie supérieure du bâti et que l'on ferme par un bouchon R.

Au centre du récipient est placé un disque de cuivre D, soigneusement équilibré et dont l'axe est supporté par un tube capillaire en verre, fixé à l'une des plaques de verre au moyen de cire à cacheter ou d'une autre substance non attaquable par le liquide. Pour diminuer le frottement autant que possible, le tube capillaire servant de support contient une goutte d'huile. Le centre du disque doit être également distant des deux électrodes. A l'un des côtés de l'axe est fixée une aiguille indicatrice très légère, constituée de

[1] La même invention est attribuée à J.-T. Sprague et T.-A. Edison.

préférence par un mince fil de verre. La plaque de verre du côté de cette aiguille porte un cercle divisé comme les cadrans ordinaires. Ce cercle peut être mobile de manière à pouvoir occuper une position quelconque relativement à l'aiguille indicatrice. Si le cadran n'est pas mobile on peut employer un mince fil de fer recuit comme aiguille indicatrice. Ce fil doit alors être placé de telle sorte qu'il soit exactement au centre du liquide; il permet d'amener, au moyen d'un aimant, le disque en position convenable.

La solution de sulfate de cuivre étant versée doucement dans le récipient et l'ouverture fermée par le bouchon R, les pôles d'une pile constante sont reliés aux bornes T et T'. On voit bientôt la rotation du disque commencer. On établit une dérivation du courant par les deux autres bornes T et T' et en donnant à cette dérivation une résistance convenable on règle la vitesse de rotation du disque jusqu'à ce qu'elle corresponde à celle de l'aiguille d'une horloge, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'on obtienne un tour en douze heures.

Cet appareil n'était pas destiné à un usage pratique; il ne serait d'ailleurs pas exact dans ses indications. Certaines erreurs ne peuvent être évitées ; on ne peut par exemple supprimer complètement celles qui résultent du frottement.

Mais ce dispositif est intéressant comme moyen nouveau de mesurer le temps. Avec une construction soignée, un courant constant et un compensateur de température on obtiendrait cependant une vitesse de rotation du disque presque uniforme. La densité du courant devrait naturellement être très faible pour arriver au meilleur résultat. Le disque, d'environ 0,075 m de diamètre devrait faire un tour en six heures. Il est probable qu'avec une solution d'un sel d'argent et une plaque d'argent les résultats seraient meilleurs.

Il est intéressant d'observer l'apparence que présentent la solution et le disque de cuivre dans un récipient transparent aussi étroit. La solution paraît d'un bleu clair, une moitié du disque est brillante comme de l'argent et l'autre sombre comme de l'argent terni. Il n'y a pas de ligne de démarcation, mais les deux teintes se fondent ensemble en produisant le plus bel effet.

M. L..

(*Electrical Engineer.*)

La fabrication électrique du phosphore

L'importance toujours croissante de la consommation de phosphore, non seulement pour son usage principal, la fabrication des allumettes, mais aussi pour ses applications aux synthèses organiques qui forment une des branches de l'industrie chimique moderne et à la préparation de nombreux alliages phosphoreux en vogue depuis quelque temps, fait que la question de sa production économique est une question aussi importante au point de vue commercial qu'intéressante au point de vue industriel.

Dans la méthode actuellement suivie les frais portent moins sur les matières premières que sur les dépenses qu'entraîne leur traitement convenable. Le procédé actuel peut être résumé en quelques mots: Le phosphate de chaux — anciennement on se servait des os, mais aujourd'hui on préfère les phosphates minéraux — est traité par l'acide sulfurique. L'acide phosphorique libéré est séparé par filtration du sulfate de chaux qui se forme en même temps, puis concentré par évaporation, mélangé à du charbon de bois en poudre et porté à une température élevée dans de petites cornues. Le charbon réduit le phosphore qui, étant volatil, distille et se condense à la façon ordinaire, comme dans la fabrication de la soude par le vieux procédé de réduction du carbonate de soude par le charbon ; le point défectueux réside dans la haute température nécessaire pour provoquer la réaction et dans la perte du produit, le phosphore, dans le cas actuel, par les fentes se produisant dans les cornues dont le fréquent renouvellement est d'ailleurs fort coûteux.

Mais l'électricité semble vouloir intervenir ici, comme partout d'ailleurs, et fournir un procédé de fabrication plus pratique. Nous avons signalé déjà ce procédé nouveau ; voici quelques détails complémentaires à ce sujet, d'après une communication faite devant la section écossaise de la Société de Chimie industrielle par M. le Dr Readman, d'Edimbourg. Ses premières expériences furent faites aux usines de la « Cowles Company (Limited) » à Miltas, dans le Staffordshire où il disposait d'une grosse dynamo donnant 5 000 ampères avec 50 à 60 volts, très convenable pour le but poursuivi. Ses expériences n'étaient pas encore très avancées lorsqu'il apprit que MM. Parker et Robinson, de l' « Electrical Construction Corporation » poursuivaient le même but. Il s'aboucha avec eux et ils convinrent de construire, près de Wolverhampton, une usine permettant des expériences sur une grande échelle. Cette usine occupe une superficie d'environ 4 hectares sur les rives d'un canal. La force motrice est fournie par 3 générateurs Babcock et Wilcox de 160 chevaux chacun et présentant une grille de 2,80 m² et une surface de chauffe totale de 150 m². Une machine de torpilleur, à triple expansion, construite par la « Yarrow Shipbuilding Company » et pouvant fournir 1 200 chevaux avec condensation, ou 950 sans condensation, fut installée pour actionner une dynamo à courants alternatifs d'Elwell Parker pouvant donner 5 000 ampères sous 80 volts, ou 2 500 ampères sous 160 volts, en tournant à raison de 300 tours par minute. Cette dynamo est excitée par une machine à enroulement en shunt d'Elwell Parker égale-

ment donnant 90 ampères à 250 volts avec une vitesse de 800 tours à la minute, une portion du courant pouvant être utilisée pour l'éclairage et les essais.

Le procédé de fabrication du phosphore est des plus simples. Il consiste à faire traverser les matières premières réduites en pâte par un courant passant entre des électrodes convenables et à recueillir et condenser les vapeurs de phosphore. Les résidus dont le poids est à peu près moitié de celui des matières premières peuvent être extraits par le fond du four dans lequel se produit l'action électrique, de sorte que le procédé est continu et peut fonctionner plusieurs jours sans interruption. On n'a pas à craindre de fuites de vapeurs de phosphore, parce que les parois du four peuvent être aussi épaisses qu'il le faut sans qu'on soit arrêté par la crainte d'exagérer les frais de combustible puisqu'ici la chaleur est appliquée au centre de la masse et n'a pas à la pénétrer. Les inventeurs assurent que le résidu ne renferme pas plus de 1 0/0 de phosphore. Le phosphore brut obtenu serait d'ailleurs de qualité satisfaisante; il peut être purifié par fusion sous l'eau, tamisage à travers une peau de chamois et traitement par l'ammoniaque, puis par l'acide chromique de la façon usuelle.

On a essayé de tirer parti du résidu comme d'une matière phosphatée à bas prix, mais sans succès, car le fer qui se trouve dans ce résidu constitue un phosphure correspondant approximativement a la formule $Fe^2 Ph^3$, et contenant de 23 à 24 0/0 de phosphore, causant par conséquent une perte sérieuse. Pour favoriser la transmission de la chaleur, les fours ont été maintenus à des dimensions modérées; ceux actuellement en service peuvent fournir 77 kg de phosphore par jour.

La question des électrodes est intéressante, car il peut y avoir là une source de dépenses inattendues. La « Cowles C° » se sert d'électrodes contenant environ 10 à 12,50 chacune, mais l'« Electrical Construction Corporation » emploie des électrodes de charbon des cornues à gaz qui sont d'un prix beaucoup moins élevé.

Il convient de noter qu'aucune action électrolytique n'entre en jeu. Le courant électrique est alternatif et n'est employé qu'à cause de la faculté de le convertir en chaleur au point que l'on désire, faculté qui permet de substituer au chauffage extérieur employé jusqu'ici le chauffage interne et d'annihiler ainsi des déperditions de chaleur énormes. Aussi faut-il s'attendre à voir ce principe appliqué dans d'autres industries.

L. F.

(*The Electrician.*)

La balata

Dans un rapport complet sur la balata, ou *gomme chicle*, récemment dressé par M.-G. S. Jenman, botaniste du Couvernement britannique et superintendant du jardin botanique de la Guyane anglaise, ce fonctionnaire donne les renseignements suivants : le *bullet-tree* (arbre boulet) duquel on tire la balata est un grand arbre des forêts qui s'étendent de la Jamaïque et de la Trinité au Vénézuéla et à la Guyane. Cet arbre s'élève à une hauteur de 40 mètres et ses branches couvrent un large espace. Le tronc est presque cylindrique. L'écorce a environ 12 millimètres d'épaisseur, avec de profondes fissures parallèles, séparées par des espaces de 25 millimètres environ. Le bois, d'une coloration rougeâtre est dur et très dense ; on l'emploie pour tous les usages pour lesquels une grande solidité et une longue durée sont nécessaires. Le Dr Hugo Müller, dans un rapport sur ce sujet dit : « La balata n'est pas un produit à négliger ; elle trouverait facilement des acheteurs s'il en arrivait davantage sur le marché. Elle est plus chère que la gutta-percha. On l'emploie dans presque tous les cas où l'on peut employer la gutta percha, mais, en raison de son prix plus élevé, on n'en fait usage que dans les circonstances où une matière de qualité supérieure est nécessaire. Il semble que la balata soit considérée par les industriels comme une sorte de gutta-percha supérieure et c'est pourquoi son nom disparaît quand elle est manufacturée. Néanmoins la balata est parfaitement différente de la gutta-percha et cette différence se manifeste spécialement par quelques-uns de ses caractères physiques. Par exemple, elle est un peu plus molle aux températures ordinaires et moins rigide aux basses températures. Elle se différencie très nettement de la gutta-percha par la manière dont elle se comporte sous l'influence de l'atmosphère; la gutta-percha quand elle est exposée à la lumière et à l'air, s'altère bientôt à la surface et se transforme en une substance résineuse et friable et cette altération atteint graduellement toute la masse avec le temps ; la balata, au contraire, ne subit cette action que d'une manière très lente dans les mêmes conditions. Les qualités isolantes de la balata sont tout à fait égales à celles de la gutta-percha. » Le prix de la gomme brute est de 4 shillings (5 francs) le gallon (4,54 litres) et de 1 shilling (1,25 fr) la livre anglaise (453 gr) quand elle est épurée et bien sèche. La production d'un arbre varie selon les circonstances; quand elles sont favorables un arbre de 40 à 50 centimètres de diamètre saigné à 2 mètres de hauteur donne 1,5 litre de gomme.

M. L.

(*Electrical Engineer.*)

Nouveaux alliages pour bobines de résistance

La liste suivante établie par MM. K. Feussner et S. Luideck donne la résistance spécifique et le coefficient de température de différents alliages



nouveaux étudiés par ces Messieurs pour la fabrication des bobines de résistance.

La résistance spécifique est exprimée en microhms pour un cube de 1 cm de côté.

	ALLIAGE I ARGENT ALLEMAND	ALLIAGE II RHÉOTAN	ALLIAGE III NICKELINE D'OBERMAIER (1) $d = 1$ mm	ALLIAGE IV NICKELINE D'OBERMAIER (2) $d = 0{,}1$ mm	ALLIAGE V NICKEL BREVETÉ (1) $d = 0{,}6$ mm	ALLIAGE VI NICKEL BREVETÉ (2) $d = 1$ mm	ALLIAGE VII CUIVRE MANGANIQUE	ALLIAGE VIII NICKELO-MANGANO-CUIVRE
Cuivre	60,10	53,38	61,63	54,57	74,41	74,71	70,00	72,00
Zinc	25,37	16,89	19,67	20,44	0,23	0,52	»	»
Nickel	14,03	25,31	18,46	24,48	25,10	25,14	»	3,00
Fer	0,30	4,46	0,24	0,64	0,42	0,70	»	»
Cobalt	traces	»	0,19	»	traces	traces	»	»
Manganèse	traces	0,37	0,18	0,27	0,13	0,17	30,00	24,00
Etain	»	»	»	»	»	traces	»	»
TOTAL	96,86	100,31	100,37	100,40	100,29	100,24	100,00	99,00
Résistance spécifique	30,00	52,50	33,20	44,80	34,20	32,80	100,60	47,70
Coefficient de température	0,00036	0,00041	0,00030	0,00033	0,00019	0,00021	0,00004	0,00003

MM. Feussner et S. Luideck font remarquer que ces alliages présentent des allures quelque peu variables et que le défaut ne se corrige qu'après plusieurs essais successifs. De $^3/_{10000}$ à $^4/_{10000}$, après quelques jours, la variation peut encore atteindre $^1/_{10000}$ après plusieurs semaines. La « nickeline » est obtenue par la fabrique Obermaier de Nuremberg ; l'alliage appelé « Rhéotan » est fabriqué par le Dr Geitner. Enfin le « nickel » breveté est fourni par MM. Basse et Selve, d'Altona, tandis que les alliages VII et VIII proviennent des usines d'Isabelle, près de Dillingbourg. Il faut remarquer encore que le coefficient de température relatif à l'alliage VIII, de faible valeur numérique, est négatif. C'est un point du plus grand intérêt pratique qui nous permet d'espérer dès à présent d'obtenir des bobines de résistance pour lesquelles le coefficient de température soit pratiquement nul.

(*Electrical Review.*) L. F.

Le caoutchouc à Madagascar

Par M. D'ANTHOUARD
Chancelier de la Résidence de la République française à Antananarive

Le caoutchouc se rencontre dans toutes les forêts de l'île ; mais, dans les parties facilement exploitables, il commence à devenir rare, et les prix ont singulièrement augmenté, surtout sur les marchés de la côte est. A la côte ouest, où le commerce est moins actif et où les populations sont clairsemées, il est encore à bas prix et abondant. Cette diminution dans la production doit être attribuée, entre autres causes, à la négligence et à l'insouciance des indigènes qui, sans se préocuper de l'avenir, coupent les lianes au pied pour en extraire plus facilement la totalité du lait.

On le prépare de différentes manières : là où les Européens ont pu l'obtenir des habitants du pays, à l'acide; mais, dans beaucoup de localités, soit qu'on n'ait pas voulu faire les frais d'achat d'acide sulfurique, soit que des accidents survenus, au début, dans la manipulation de cette substance l'aient rendue impopulaire, on emploie le sel marin, l'absinthe de traite, l'acide citrique, un extrait au tamarin ou encore l'eau chaude.

Les prix varient suivant les localités et aussi suivant le procédé employé et le soin avec lequel a eu lieu la préparation :

Tamatave, de 470 fr. à 530 fr. les 100 kilogr.
Vatomandry, 260 fr. les 100 kilogr.
Vohemar, 300 fr. à 350 fr. les 100 kilogr.
Mananjary, 300 fr. à 350 fr. les 100 kilogr.
Majunga, 400 fr. à 360 fr. les 100 kilogr.

Sur la côte ouest, à Morondava, par exemple, les transactions ont lieu par voie d'échange ; il est donc impossible de donner un chiffre ; tout ce que l'on peut affirmer, c'est que le caoutchouc est à bas prix, beaucoup plus bas que partout ailleurs.

Ce produit, qui entre pour une forte part dans le chiffre de l'exportation, a besoin, pour donner tout ce qu'il peut rapporter dans un pays forestier comme Madagascar, que le Gouvernement, prenant en main le soin de sa conservation, interdise les incendies de forêts et que les indigènes, abandonnant leurs procédés de récolte, se contentent d'inciser l'écorce et les fruits des lianes et, outre cela, soignent la préparation. De la sorte, le caoutchouc de Madagascar pourra atteindre des prix plus élevés sur les marchés européens et lutter avec celui de Para.

(*Rapport commercial pour* 1890.)

CHRONIQUE

La production du cuivre. — En 1887, la production universelle totale du cuivre était estimée à 223 078 tonnes ; l'anné suivante elle atteignait 258 026 tonnes ; en 1889, malgré la stagnation qui suivit le krach, la production ne cessa pas d'augmenter et arriva à 261 650 tonnes. En 1890 elle ne s'est pas élevée à moins de 269 685 tonnes.

L'augmentation la plus frappante s'est produite aux États-Unis où la production, qui était de 25 010 tonnes en 1880 s'est trouvée être de 116 325 tonnes en 1890. Pendant la même période elle a suivi au Japon une progression de 3 900 tonnes à 15 000 tonnes, et en Espagne et Portugal de 36 313 tonnes à 52 335 tonnes.

Au Chili, la production a beaucoup diminué. En 1880, elle était de 42 916 tonnes, tandis que l'année dernière elle n'était plus que de 26 120 tonnes.

En ce qui concerne les prix moyens, pour les bons cuivres, ils étaient en 1880 de 1 575 francs la tonne ; en 1885, ils étaient tombés à 1 100 fr.

Le prix le plus bas atteint en ces dernières années est celui de 1 000 francs et le plus élevé celui de 1 900. Ce dernier cours est celui de 1888 ; aujourd'hui, il n'est que de 1 350 fr. environ.

Prix de revient de l'aluminium électrolytique. — Dans son *Traité d'électro-métallurgie théorique et appliquée*, M. Ponthière établit, comme suit, le prix de revient du kilogramme d'aluminium, par les différents procédés électro-chimiques :

Procédé Cowles. — Consommation par kilogramme d'alluminium allié charbon de bois 3,5 kg ; charbon d'électrodes 0,5 kg ; chevaux-heures électriques 40 ; minerai, 3 kg. Chaque four produit par charge de deux heures 10 kg de bronze à 10 0/0.

Capital et frais de premier établissement, pour la production journalière de 100 tonnes de bronze à 10 0/0 : 420 800 fr.

Prix de revient de 1 kg d'aluminium allié : 8,60 fr.

Procédé Héroult. — La consommation est ainsi établie : charbon d'électrodes 1 kg ; chevaux-heures électriques 29 ; minerai 4 kg.

Capital et frais de premier établissement pour la fabrication quotidienne de 100 tonnes de bronze à 10 0/0 : 420 800 francs.

Prix de revient de 1 kg d'aluminium allié : 8,20 fr.

Procédé Minet. — La consommation est de 6 200 kg de cryolithe, 1 kg d'alumine, chevaux-heures électriques 46, charbon d'électrodes... ?

Capital et frais de premier établissement pour la production quotidienne de 100 kg d'aluminium : 325 000 fr.

Prix de revient de 1 kg d'aluminium isolé : 10 fr.

Le cours moyen de l'aluminium en lingots est de 20 francs le kilogramme, et en tubes de 40 francs le kilogramme.

Les câbles de la Société française des Télégraphes sous-marins. — Cette Société vient de poser entre Cayenne et Vizeu (Brésil) un câble qui complète les réseaux existants de l'Amérique du Sud. Voici la liste des câbles qui lui appartiennent et qui sont exploités à ce jour.

	Longueur en milles nautiques
Castillo de Aguadores, près Santiago (Cuba) à Quantanamo (Cuba)	50,66
Quantanamo à Môle-Saint-Nicolas (Haïti)	126,76
Môle-Saint-Nicolas au Cap (Haïti)	96,04
Cap (Haïti) à Puerto-Plata (Saint-Domingue)	117,83
Môle-Saint-Nicolas (Haïti) à Port-au-Prince (Haïti)	124,76
Puerto-Plata (Saint-Domingue) à Fort-de-France (Martinique)	787,42
Legoazier (Guadeloupe) à Saint-Louis (Marie-Galante)	19,81
Legoazier (Guadeloupe) à Belleville B. (Martinique)	101,99
Saint-Pierre à Fort-de-France (Martinique)	14,86
Fort-de-France à Paramaribo (Guyane hollandaise)	777,23
Paramaribo à Cayenne (Guyane française)	257,53
Cayenne à Vizeu (Brésil)	662,38
Saint-Domingue à Curaçao (Iles sous-le-Vent)	453,47
Curaçao à la Guayra (Vénézuéla)	163,37
Total	3 754,41

Ligne télégraphique souterraine de Berlin à Munich. — D'après la *Revue du Cercle militaire* Berlin et Munich seraient reliés souterrainement depuis le 21 août dernier. Ce n'est pas d'ailleurs sans difficultés que l'opération a pu être menée à bien ; de longs pourparlers avaient été nécessaires entre les autorités impériales et celles des pays traversés par le câble. Après un accord intervenu entre les gouvernements badois et wurtembergeois, les villes de Karlsruhe et de Stuttgart avaient été reliées entre elles et au réseau de l'Empire par une ligne souterraine.

Aujourd'hui la capitale de la Prusse est reliée souterrainement avec les capitales de tous les États de l'Allemagne du Sud (13e, 14e corps, 1er et 2e bavarois).

Le câble est formé de sept conducteurs, ce qui tant au point de vue commercial qu'à celui de la défense du pays, est d'une importance capitale.

La nouvelle ligne a une longueur de 741 kilomètres avec 5 187 kilomètres de fil, dont:

413 kilomètres, soit 2 891 kilomètres de fil appartenant au réseau d'empire;

328 kilomètres, soit 2 296 kilomètres de fil en territoire bavarois.

Des embranchements souterrains permettent à Berlin et à Munich de communiquer avec les points intermédiaires de Dresde, Chemnitz, Nuremberg, Ingolstadt.

Les frais d'installation s'élèvent à 4 1/2 millions de marks (1 mark = 1 25 fr.), dont 2 1/2 millions au compte de l'administration des télégraphes d'Empire et 2 millions à celui de Bavière.

La nouvelle ligne traversant le Fichtelgebirge et l'Ezgebirge saxon a nécessité au passage de ces montagnes de grands travaux de dérochement qui ont présenté de sérieuses difficultés.

Strasbourg (et ses forts) et Mulhouse (avec Neuf-Brisach) seront aussi reliés par une ligne télégraphique souterraine. Les travaux sont en cours d'exécution.

Traitement électrique de la sciatique. — Un médecin anglais recommande l'emploi de la pile électrique pour guérir la sciatique.

Le pôle positif de la pile, formé d'une plaque de charbon, est entouré de coton imbibé de chloroforme : on l'applique sur la partie malade, l'autre pôle étant en contact avec une partie quelconque du corps.

L'intensité du courant doit être comprise entre 5 et 10 milliampères.

L'application de ce traitement doit être faite tous les deux jours, une heure chaque fois ; après une semaine un mieux sensible est constaté.

Éclairage de l'Hôtel des Postes de Paris. — Nous avions rapporté, en émettant des doutes sur la réalité du fait, le bruit mis en circulation d'après lequel l'éclairage électrique de l'hôtel des Postes, à Paris, aurait été concédé à la maison Pieper, de Liège.

Il ne s'agit point de l'hôtel des Postes de Paris, mais de celui de Bruxelles. Nous avions donc parfaitement raison de faire des réserves à ce sujet.

Il n'y a pas apparence d'ailleurs que le somptueux, mais mal commode et malsain édifice de la rue du Louvre cesse de longtemps de faire la joie des actionnaires du gaz.

BREVETS D'INVENTION

Du 28 juin au 4 juillet 1891

212112 **Société Willing et Violet.** — Commutateur instantané pour circuits électriques (16 mars 1891).

212141 **Silkmann.** — Perfectionnements dans les machines à écrire électriques (17 mars 1891).

212146 **Amstutz.** — Procédés et appareils perfectionnés pour reproduire par l'électricité toutes surfaces inégales, irrégulières ou ondulées (17 mars 1891).

212154 **De Branville et Anizan.** — Système de lignes électriques artificielles (17 mars 1891).

212157 **Société dite : The Waddel-Entz Electric Company.** — Perfectionnements dans les chemins de fer électriques (17 mars 1891).

212168 **Hutin et Leblanc.** — Nouveau système de transformateur de courants alternatifs (17 mars 1891).

212172 **Schneller.** — Perfectionnements aux ozonizateurs ou appareils servant à produire l'ozone pour les applications industrielles (17 mars 1891).

212186 **Strett et Desruelles.** — Perfectionnements apportés aux électrodes des piles primaires et des piles secondaires (18 mars 1891).

212187 **Société Lacombe et Cie.** — Système de résistance électrique à lames de charbon (18 mars 1891).

212195 **Blondeau.** — Nouveau coupe-circuit à plomb fusible dit *le Rapide* (18 mars 1891).

212196 **Garnett.** — Perfectionnements dans les dynamos et moteurs électriques (18 mars 1891).

212206 **Dame veuve Reynier.** — Système de cloisons poreuses isolantes pour séparer les électrodes des piles primaires ou secondaires (19 mars 1891).

Du 5 au 11 juillet 1891

212223 **Jeanty.** — Nouvelle disposition à donner aux piles électriques pour toutes applications exigeant une grande énergie et demandant une intensité qui puisse varier suivant les besoins (20 mars 1891).

212226 **Thomson.** — Perfectionnements dans les boussoles (20 mars 1891).

212258 **Deselle fils.** — Système de douille pour lampes incandescentes aux bornes intérieures pour les fils conducteurs (21 mars 1891).

Du 12 au 18 juillet 1891

212278 **Douglas-Southard.** — Perfectionnements dans les anneaux pour dynamos ou moteurs électriques (23 mars 1891).

212279 **Dierman.** — Système d'éclairage électrique des voitures de chemins de fer (23 mars 1891).

212284 **Desruelles.** — Perfectionnements aux électrodes des accumulateurs d'électricité (23 mars 1891).
212287 **Gandini.** — Nouveaux accumulateurs électriques (24 mars 1891).
212300 **Scales.** — Perfectionnements dans les horloges électriques (23 mars 1891).
212319 **Graff.** — Système de signaux électriques pour chemins de fer (24 mars 1891).
212321 **Garnot.** — Compteur horaire multiple, principalement appliqué dans la distribution de l'énergie (24 mars 1891).
212326 **Bailly.** — Lampe à arc voltaïque (24 mars 1891).
212328 **Lebrasseur et Henriot.** — Fabrication d'un appareil de chauffage électrique (27 mars 1891).
212334 **Poleschko.** — Système de transformateur électrique perfectionné (25 mars 1891).
212335 **Walter.** — Fixation étanche des fils métalliques portant les filaments de charbon des lampes à incandescence, évitant l'emploi du platine (25 mars 1891).
212339 **Dujardin.** — Perfectionnement dans la construction des accumulateurs électriques (24 mars 1891).
212347 **Lescanne.** — Nouveau moteur magnéto-électrique dénommé : *Moteur Lescanne* (25 mars 1891).
212356 **Goriup.** — Compteur électromagnétique avec indicateur de temps (25 mars 1891).
212363 **Roulez.** — Appareil amplicateur téléphonique (25 mars 1891).
212371 **Hervé.** — Perfectionnements dans la fabrication des balais ou frotteurs pour machines électriques (26 mars 1891).
212378 **Massin.** — Disposition perfectionnée de téléphone (26 mars 1891).
212380 **Nobis.** — Régulateur électrique pour porte (26 mars 1891).

Du 19 *au* 25 *juillet* 1891

212475 **Bishop.** — Système de conducteurs électriques isolés (31 mars 1891).
212476 **Rotten.** — Distribution à courant rotatif (31 mars 1891).
212477 **Rotten.** — Moteur à courant rotatif (31 mars 1891).
212484 **Grivolas (fils).** — Perfectionnements aux pièces de contact des supports de lampe à incandescence à baïonnette (3 avril 1891).
212490 **Tomlinson.** — Perfectionnements dans la distribution de l'électricité et dans les appareils employés à cet effet (1er avril 1891).
212498 **Marit.** — Commutateur d'arrêt et de mise en marche pour moteur électrique (1er avril 1891).

Du 26 *juillet au* 1er *août* 1891

212 502 **Goujard.** — Système de remontage électrique automatique pour pendules et horloges de tous genres. (1er avril 1891).
212508 **Société anonyme d'appareillages et d'éclairages électriques.** (Lampes électriques Cance). — Lampe électrique à arc, *système Cance* (1er avril 1891).
212509 **Bright et Engelbach.** — Procédés et appareils destinés à régulariser le courant appliqué à l'éclairage électrique et à d'autres buts (1er avril 1871).
212516 **Société Gally et Daloz.** — Panneau ventilateur électrique se substituant à la place d'une vitre quelconque dans une porte, une fenêtre, un vasistas, une imposte, ou tout autre endroit (2 avril 1891).
212518 **Ritter.** — Nouveau système d'appareils à souder, cuire et chauffer par l'électricité (2 avril 1791)
212529 **Paul** — Télégraphe imprimant les dépêches (3 avril 1891).
212553 **Grassot.** — Compteur d'électricité (4 avril 1891).
212584 **Laille.** — Coupe-circuit contrôleur automatique de débit (6 avril 1891).
212600 **Le Sueur,** — Perfectionnements dans les moyens et appareils employés en électrolyse (7 avril 1891).
212628 **Jenkins.** — Perfectionnements dans les lampes électriques à arc (8 avril 1891).
212633 **Gordon.** — Procédés et appareils destinés à la propulsion électrique des voitures de tramways (8 avril 1891).

CERTIFICATS D'ADDITION

Du 5 *au* 11 *juillet* 1891

119046 **Petit.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 16 juin 1877, pour un système d'appareils électriques avertisseurs d'incendies (13 mars 1891).
208415 **Notovich.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 23 septembre 1890, pour préservateur téléphonique (16 mars 1891).
207532 **Société Richard Frères et le sieur Richard (Georges).** — Cert. d'add. au brevet pris, le 9 août 1890, pour un compteur d'électricité (17 mars 1891).
203197 **Desruelles.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 16 janvier 1890, pour perfectionnement apporté aux piles électriques dans lesquelles l'acide plombique ou oxyde puce de plomb est employé comme dépolarisant (21 mars 1891).

Du 19 *au* 25 *juillet* 1891

204711 **Nicolas.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 4 avril 1890, pour un compteur pour lampes électriques (1er avril 1891).
207112 **David.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 25 juillet 1890, pour un compteur d'énergie électrique (21 mars 1891).
211326 **Finot.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 11 février 1891, pour une nouvelle méthode d'électrolyse (24 mars 1891).
212258 **Deselle fils.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 21 mars 1891, pour un système de douilles pour lampes incandescentes avec bornes intérieures pour les fils conducteurs (27 mars 1891).

Du 26 *juillet au* 1er *août* 1891

204846 **Pifre et Brillié.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 8 avril 1890, pour un système de manœuvre électrique d'appareils hydrauliques (6 avril 1891).

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.



2e Série. — Tome II. N° 41 10 Octobre 1891.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LE COMPTEUR DESRUELLES ET CHAUVIN

Le compteur imaginé par MM. Desruelles et Chauvin est un compteur de quantité ou ampères-heure-mètre.

Cet instrument se compose en principe:

1° D'un voltamètre, traversé par le courant à mesurer, dans lequel la position relative des électrodes se modifie au fur et à mesure que se forme le dépôt électrolytique dû au passage du courant;

2° D'un ensemble d'organes mécaniques, actionné par un moteur électrique et dont la fonction est de produire les mouvements nécessaires aux différentes opérations que doit effectuer le compteur.

Nous allons décrire successivement les divers organes de ce compteur.

Voltamètre. — Le voltamètre comporte un vase A (fig. 1 et 2) en grès, verre ou faïence contenant la dissolution du sel à électrolyser qui peut être du sulfate de cuivre, du sulfate de nickel ou du sulfate de zinc, par exemple.

Pour éviter l'évaporation et le contact de l'air, cette dissolution est recouverte d'une couche de pétrole *c*. De plus, on ajoute à l'électrolyte une certaine quantité de sulfate mercureux qui, sous l'action du courant, est décomposé. Le mercure, mis en liberté, se porte sur les électrodes et s'amalgame avec le métal déposé par électrolyse. Cette addition de sulfate mercureux à la dissolution permet d'employer des électrodes non amalgamées à l'avance.

Les électrodes sont naturellement du même métal que celui du sel de la dissolution à électrolyser, c'est-à-dire en cuivre, en nickel ou en zinc.

Une des électrodes est constituée par une série de lames métalliques *d*, reliées entre elles par des entretoises *e* de même métal. Cette électrode repose sur le fond du vase; elle est complètement immergée dans la dissolution. On peut, si on le préfère et suivant les cas, la fixer sous le couvercle de l'appareil.

La seconde électrode comporte une série de lames *g* disposées et entretoisées comme celles de l'autre électrode. Elle est fixée à la partie inférieure d'une boîte rectangulaire *f* qui flotte à la surface du liquide. Les lames *g* sont disposées de manière à venir se placer à intervalles égaux entre les lames *d* de l'autre électrode.

Trois tiges verticales h^1 h^2 h^3 sont fixées chacune par leur extrémité inférieure sur le fond de la boîte servant de flotteur et traversent librement le couvercle *j* du voltamètre. Deux de ces tiges h^1 et h^2 (fig. 2), en fer nickelé, ont leur partie supérieure recourbée deux fois à angle droit; l'extrémité de chacune des deux tiges plonge dans les godets à mercure *i* et *i'*, fixés sur le couvercle du voltamètre.

Les godets à mercure *i* et *i'*, le couvercle *j*, les tiges recourbées h^1 et h^2, le flotteur *f* et les lames *g* de l'électrode forment un ensemble complètement métallique.

La troisième tige h^3 (fig. 1), en forme de double T, porte à sa partie supérieure un barreau aimanté horizontal *k*, dont le rôle sera indiqué plus loin.

Si l'on met le couvercle *j* du voltamètre en communication avec l'un des conducteurs d'une canalisation électrique, l'autre conducteur étant relié à l'électrode fixe *d*, le courant arrivant au couvercle passera par les godets à mercure *ii'*, les tiges recourbées h^1 h^2, le

flotteur *f*, les lames *g*, traversera l'électrolyte qu'il décomposera et, par l'intermédiaire des lames *d*, retournera à la source d'énergie électrique par l'autre conducteur.

L'électrolyte étant décomposé sous l'action du courant qui le traverse, un dépôt de métal se produira sur l'une des électrodes, tandis que l'autre perdra une quantité de métal égale à celle qui s'est déposée.

Si, par exemple, le conducteur négatif est relié au couvercle *j* et le positif à l'électrode *d*, le dépôt de métal se fera sur l'électrode *g* ; les lames de cette électrode aug-

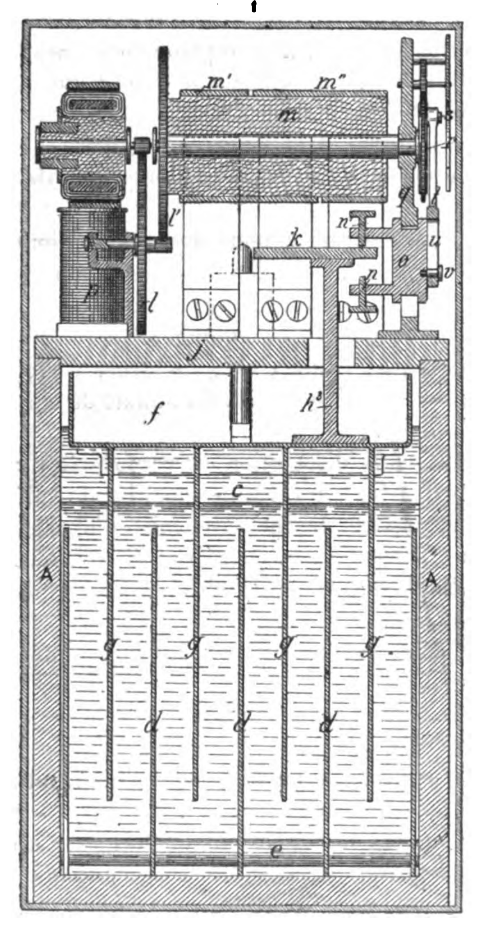


Fig. 1.

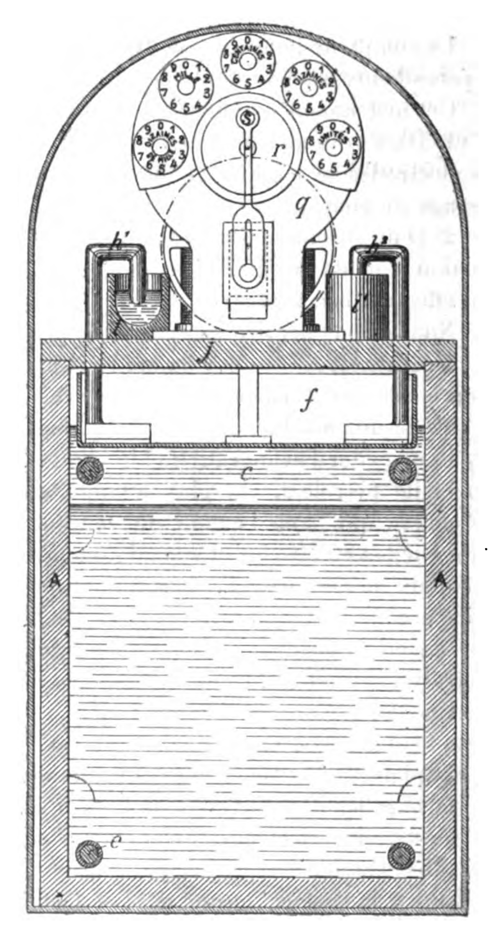


Fig. 2.

mentant de poids, le flotteur *f* qui les supporte s'enfoncera dans la dissolution d'une quantité proportionnelle à celle du métal déposé.

Si, au bout d'un certain temps, on inverse le sens du courant en intervertissant les communications, le dépôt de métal se produira sur l'autre électrode *d*, tandis que l'électrode mobile *g* perdra une quantité de métal égale à celle qui se sera déposée sur *d*. Par suite, le flotteur *f* remontera d'une quantité proportionnelle à la diminution de poids des lames de l'électrode mobile *g*.

Les tiges h^1 et h^2 étant solidaires du flotteur, suivent tous ses mouvements et leur extrémité supérieure plonge plus ou moins dans les godets correspondants *i* et *i'*, suivant que le flotteur occupe une position plus basse ou plus haute. La course du flotteur est

réglée de telle manière que lorsqu'il arrive à l'extrémité de sa course vers le haut, les tiges h^1 et h^2 ne sortent pas du mercure, afin que la communication entre la canalisation et le voltamètre ne soit jamais interrompue.

D'après ce qui précède, on voit que pour obtenir un mouvement régulier et alternatif de montée et de descente du flotteur *f*, il suffira d'inverser périodiquement le sens du courant dans le voltamètre. Si ce mouvement est réglé pour une quantité déterminée d'avance de métal déposé et dissous, il suffira de connaître à quel nombre d'ampères-heure correspond cette quantité de métal pour un des mouvements de montée ou de descente du flotteur, et de savoir combien de fois il aura été nécessaire d'inverser le sens du courant, pour avoir exactement le nombre d'ampères-heure ayant traversé le compteur.

L'inversion du courant est obtenue automatiquement à l'aide du flotteur *f* qui, arrivant soit au haut, soit au bas de sa course, provoque la commutation nécessaire grâce au dispositif qui va être décrit.

Commutateur d'inversion. — Le commutateur d'inversion est un commutateur

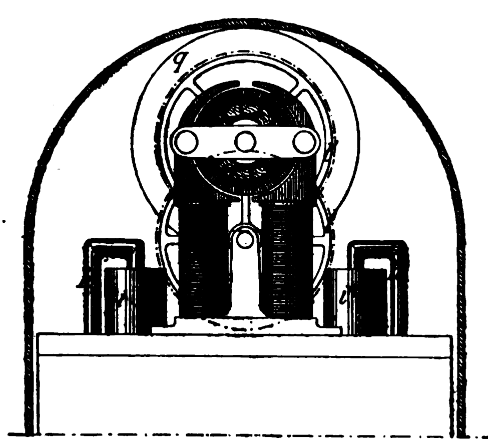


Fig. 3.

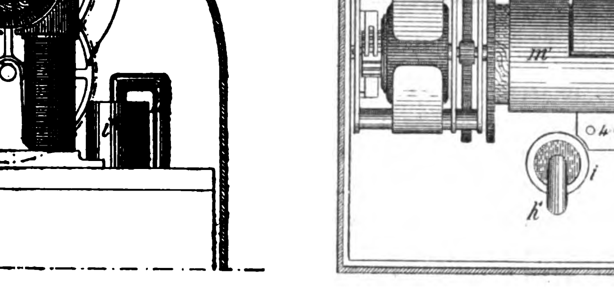


Fig. 4.

circulaire *m* (fig. 1, 4 et 5) actionné, au moyen d'engrenages répartiteurs *ll'*, par un moteur électrique *p* (fig. 1, 3 et 4) fixé sur le couvercle *j* du voltamètre.

Ce moteur est construit pour marcher avec une différence de potentiel égale à celle qui existe aux bornes du circuit dont on veut connaître la dépense en ampères-heure.

Le commutateur *m* est constitué par deux douilles métalliques *m'* et *m''* (fig. 6) montées sur un noyau cylindrique en bois ou en toute autre matière isolante. Chacune de ces douilles est échancrée sur la moitié de sa longueur de façon à ne conserver que la moitié de sa circonférence. Elles sont ensuite rapprochées l'une de l'autre sur le noyau en bois, de manière que la partie non échancrée de l'une vienne se placer dans l'espace laissé libre par l'échancrure de l'autre, et on ne laisse entre les deux douilles que l'écart nécessaire pour obtenir leur isolement, comme on le voit en *m* sur le plan (fig. 4). Ce commutateur est représenté en élévation sur la figure 5; la figure 6 montre les douilles *m'* et *m''* développées.

Quatre balais 1, 2, 3, 4 (fig. 4) frottent sur le commutateur *m*. Les deux extrêmes 1 et 3, frottant chacun sur la partie non échancrée de l'une des douilles, sont reliés respectivement avec les deux points du circuit dont on veut connaître la dépense. Le balai 2 communique avec l'électrode fixe *d*, et le balai 4, fixé directement sur le couvercle métallique *j*, est, par cela même, en relation avec l'électrode mobile *g*. Ces deux balais

2 et 4, occupant le milieu du commutateur, frottent alternativement quand celui-ci tourne sur chacune des parties demi-annulaires *m'* et *m''* réservées dans les douilles.

Grâce à cette disposition, les balais 2 et 4 sont alternativement en communication avec les balais 1 et 3 à chaque demi-révolution du commutateur et chaque fois le sens du courant est inversé dans le voltamètre.

Pour que ces demi-révolutions s'accomplissent au moment voulu, les inventeurs ont imaginé le dispositif suivant :

La tige h^3 que porte le flotteur *f* est surmontée d'un barreau aimanté *k* (fig. 1) en acier platiné. Ce barreau s'engage, par une de ses extrémités, entre les pieds de deux vis-butoirs en fer platiné *n n'* et peut venir, tour à tour, au contact de l'une ou de l'autre de ces vis.

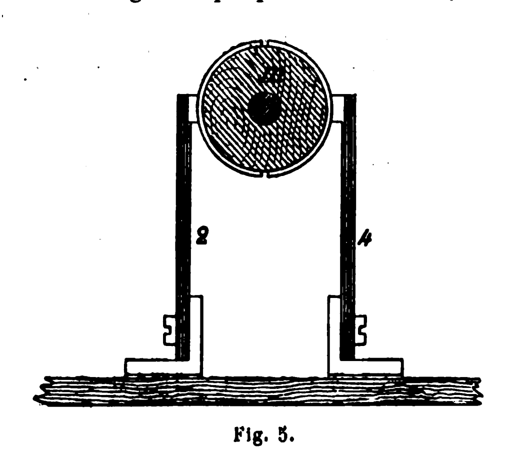


Fig. 5.

Le moteur qui actionne le commutateur *m* et les différents organes qui vont être décrits est en relation par une de ses bornes avec une de celles du circuit dont on veut connaître la dépense, comme l'indique le schéma des connexions (fig. 7). La deuxième borne du moteur est reliée à la pièce isolée *o*, qui sert de support aux deux vis en fer platiné *n n'*.

Si le flotteur *f* monte, l'électrolyse se produisant dans un sens tel que le poids de l'électrode mobile *g* diminue, le barreau aimanté *k* viendra rencontrer la vis *n'* et, par attraction, se collera à elle, établissant immédiatement un contact parfait entre les deux pièces *k* et *n'*, mettant ainsi le moteur en relation avec la deuxième borne du circuit.

Le barreau aimanté *k* peut être remplacé par une pièce de même forme, mais en fer, et dont le contact avec les vis *n* et *n'* peut être assuré par l'aimantation de petites pièces, également en fer, placées parallèlement aux vis et au centre de bobines enroulées d'un fil compris dans le circuit du moteur.

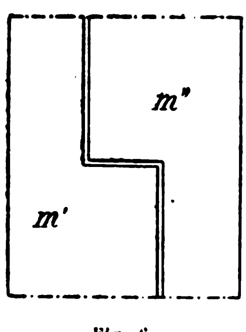


Fig. 6.

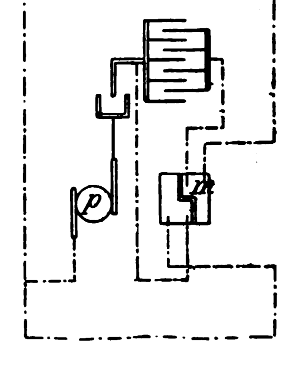


Fig. 7.

Dans ces conditions, la pièce en fer, remplaçant l'aimant permanent constitué par le barreau aimanté, est attirée par les pièces de fer situées parallèlement aux vis, à l'instant seulement où elle touche à ces dernières. Ce dispositif a pour but d'éviter les erreurs qui pourraient être dues à l'attraction qui s'exerce entre l'une des vis et le barreau aimanté, un peu avant le contact de ces deux pièces.

Aussitôt le contact établi, le moteur se met en marche et fait tourner le commutateur *m* qui inversera le sens du courant dans le voltamètre, et l'électrolyse aura lieu en sens contraire.

Sitôt que cette inversion sera effectuée, et au moyen du dispositif dont il sera parlé plus loin, le contact des pièces *k* et *n'* se trouvera rompu et le moteur, ne recevant plus de courant, s'arrêtera. A partir de ce moment, l'électrode mobile *g* augmentant de poids, le flotteur *f* descendra graduellement et avec lui le barreau aimanté *k*.

Aussitôt le mouvement de descente du flotteur *f* terminé, le barreau aimanté *k* rencontrera la vis *n*, le moteur se remettra en marche, provoquera une nouvelle inversion du courant et ainsi de suite.

La boîte faisant fonction de flotteur, et à laquelle est suspendue l'électrode mobile *g*, peut être remplacée par un système élastique constitué par un ou plusieurs ressorts verticaux. Dans ce cas, les ressorts fixés par leurs extrémités inférieures aux lames de l'électrode *g*, sont reliés par leurs extrémités supérieures au barreau ayant pour but d'établir le passage du courant dans le moteur, en se mettant, tour à tour, en contact avec l'une ou l'autre des vis *n n'*.

Le système de suspension élastique qui donne à tous égards les meilleurs résultats est celui dont la figure 8 donne la vue en coupe.

Un levier horizontal en métal *a* est muni, à l'une de ses extrémités, d'un couteau finement aiguisé *b*. Ce couteau s'engage dans une entaille en forme de V, pratiquée dans un bloc métallique noyé dans une flasque *c*. A l'autre extrémité du levier *a* on voit un anneau *a'* dont la circonférence intérieure est fraisée en forme de couteau. Dans cet anneau s'engage l'une des extrémités d'un ressort à boudin qui, par son autre extrémité, entre dans un anneau *a''* identique à l'anneau *a'*. L'anneau *a''* est fixé à la partie inférieure

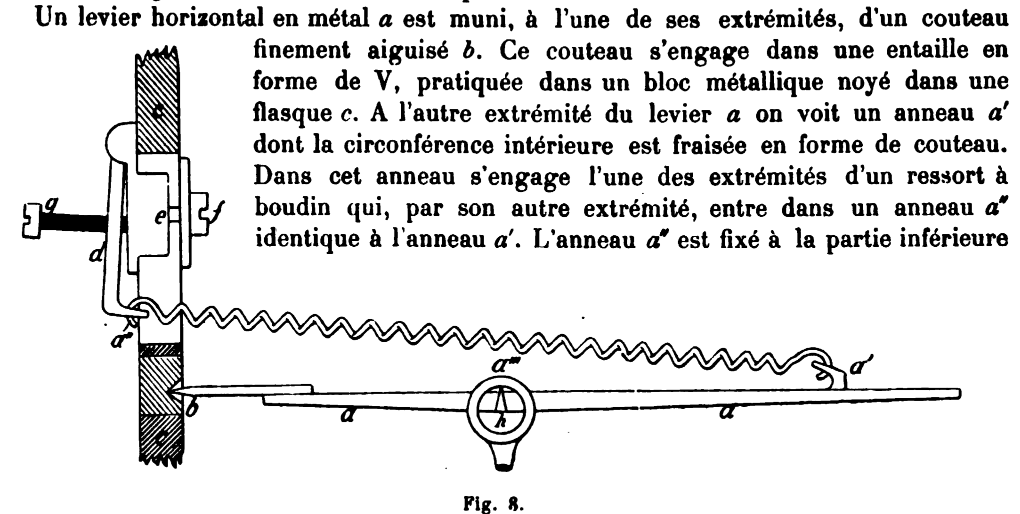


Fig. 8.

d'une pièce *d*, articulée, par son extrémité supérieure, sur une chape évidée dans un bloc de métal *e*, qui peut monter et descendre dans une entaille pratiquée dans la flasque *c* et qui peut être maintenue à une hauteur quelconque de l'entaille par le serrage de la vis *f*.

La pièce articulée *d* porte une vis *g* qui la traverse et dont la pointe vient s'appliquer sur le bloc de métal *e*.

On voit qu'en serrant ou en desserrant la vis *g*, la pièce *d* s'écarte ou se rapproche du bloc *e* et permet de faire varier la tension du ressort à boudin.

On voit, d'autre part, que l'angle que forme le ressort à boudin avec le levier *a* peut varier et devenir plus grand ou plus petit, suivant qu'on élève ou qu'on abaisse le bloc en métal *e*.

De chaque côté du levier *a*, et en un point de ce levier qui peut être quelconque, est fixé un couteau *h* dont la lame, dirigée en haut, supporte un anneau *a'''* de même forme que les précédents *a'* et *a''*. Cet anneau est fixé à la partie supérieure d'une lame métallique, qui, par son extrémité inférieure, s'attache à l'électrode mobile. Le levier *a*, par son extrémité opposée à celle qui porte le couteau *b*, s'engage entre les vis *n* et *n'*, avec lesquelles il se met tour à tour en contact quand l'électrode mobile diminue ou augmente de poids.

Avec le double système de réglage du ressort à boudin qui permet de faire varier la tension de ce ressort et l'angle qu'il forme avec le levier *a*, une extrême sensibilité peut être donnée à la suspension élastique de l'électrode mobile, qui, dans ces conditions, peut, pour une très faible différence de poids, effectuer une course très grande, ce qui a pour

résultat de faciliter considérablement le réglage des vis *n* et *n'* et de donner à tout l'ensemble une très grande sensibilité et, par suite, une précision remarquable.

Interrupteur du circuit du moteur. — La disposition ayant pour but de rompre le circuit du moteur en temps opportun est la suivante.

L'axe de rotation du commutateur, après avoir traversé la flasque *q* (fig. 1, 2, 3 et 4), porte, à son extrémité, un plateau *r* dont la circonférence est taillée en engrenage.

Ce plateau *r* porte, à une certaine distance de son centre, un tourillon *s* sur lequel est montée une bielle *t* dont l'extrémité inférieure est percée d'une mortaise *u*. Dans cette mortaise *u* est engagé un second tourillon *v* fixé sur la pièce *o* qui porte les deux vis *n'* et *n*.

Cette pièce *o*, montée à frottement dans une rainure pratiquée dans la flasque *q*, peut se déplacer verticalement d'une certaine quantité et rester livrée à elle-même à n'importe quelle hauteur de cette rainure.

La mortaise *u*, ayant une longueur inférieure à celle de la course fournie par le tourillon *s* monté sur le plateau *r* que porte l'arbre du commutateur *m*, la pièce *o* recevra un mouvement vertical montant ou descendant, chaque fois que le tourillon *s* sera près d'arriver soit en haut, soit en bas de sa course.

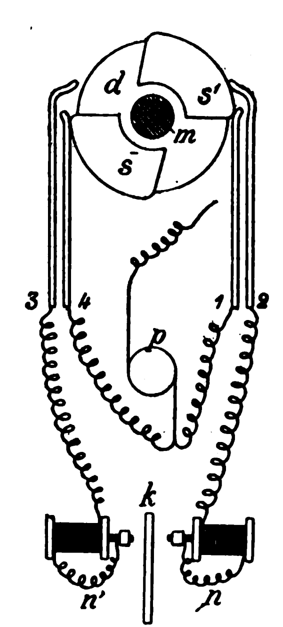


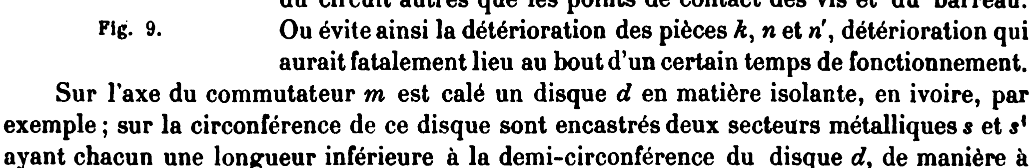
Fig. 9.

On voit qu'à chaque demi-révolution du commutateur *m*, la pièce *o* montera et descendra alternativement d'une certaine quantité.

Cette quantité sera suffisante pour obliger l'une ou l'autre des vis *n'* et *n* à quitter le barreau aimanté, selon qu'il sera en contact avec celle-ci ou celle-là, et conséquemment à rompre le circuit du moteur.

Si le plateau *r* est convenablement calé sur l'axe du commutateur *m*, cette rupture aura lieu au moment même où l'inversion sera faite. D'autre part, cette rupture ayant lieu deux fois par tour du commutateur, celui-ci ne pourra accomplir qu'une demi-révolution chaque fois que le barreau *k* rencontrera l'une ou l'autre des vis *n'* et *n*.

Pour éviter les étincelles qui se produisent à la rupture des contacts établis entre le barreau *k* et les vis *n* ou *n'*, les inventeurs ont imaginé le dispositif que représente la figure 9, et qui fait que les étincelles de rupture se produisent en des points du circuit autres que les points de contact des vis et du barreau. Ou évite ainsi la détérioration des pièces *k*, *n* et *n'*, détérioration qui aurait fatalement lieu au bout d'un certain temps de fonctionnement.



Sur l'axe du commutateur *m* est calé un disque *d* en matière isolante, en ivoire, par exemple ; sur la circonférence de ce disque sont encastrés deux secteurs métalliques *s* et *s'* ayant chacun une longueur inférieure à la demi-circonférence du disque *d*, de manière à laisser un espace vide sur le disque entre leurs extrémités.

Une paire de balais 1 et 2 frotte sur le secteur *s'*, le balai 3 est en contact avec l'une des portions nues du disque *d* et le balai 4 appuie sur le secteur *s*.

Le moteur *p* étant, par l'une de ses bornes, en communication avec l'une des bornes de la canalisation dont on veut mesurer la dépense, deux fils partent de sa seconde borne et se rendent l'un au balai 1 et l'autre au balai 4. Le balai 2 est relié à la vis *n*, tandis que le balai 3 est relié à la vis *n'*, les vis *n* et *n'* étant dans ce dispositif isolées l'une de l'autre.

Le barreau *k*, qui participe au mouvement ascendant ou descendant de l'électrode

mobile constituée par les lames *g*, demeure, comme dans le dispositif précédent, en relation avec la borne de la canalisation opposée à celle qui est reliée au moteur. Si le barreau *k* descendant vient à toucher la vis *n*, le courant traverse le moteur, le circuit étant établi par la communication du secteur s^1 avec les balais 1 et 2. La commutation une fois opérée dans le voltamètre par la demi-rotation du commutateur *m*, le secteur s^1 n'est plus en communication qu'avec le balai 2; le circuit étant alors coupé, le moteur s'arrête.

L'inversion étant faite dans le voltamètre et l'électrolyse ayant lieu dans le sens contraire du précédent, l'électrode *g* remonte et avec elle le barreau *k*; lorsque celui-ci vient toucher la vis *n'*, les balais 3 et 4 ayant été mis, durant la précédente demi-révolution du commutateur *m*, en relation l'un avec l'autre par l'intermédiaire du secteur *s*, le contact est de nouveau établi et le moteur se remet en marche jusqu'à ce que le secteur *s* ait quitté le balai 4. Les choses continuent ainsi après chaque demi-révolution du commutateur *m*.

On voit, d'après ce qui précède, qu'à chaque rupture du circuit les étincelles se produisent non plus entre le barreau *k* et les vis *n* ou *n'*, mais entre le balai 1 et le secteur s^1 ou entre le balai 4 et le secteur *s*.

Le mouvement rotatif occasionné par le moteur *p* et auquel participent le commutateur *m* et le disque *d*, peut être transformé en un mouvement alternatif, de gauche à droite et de droite à gauche, de l'axe qui porte à la fois le commutateur *m* et le disque *d*. Dans ce cas, le moteur à mouvement circulaire continu est remplacé par un moteur à mouvement alternatif de bascule, constitué, comme le montre la figure 10, par deux bobines placées à côté l'une de l'autre *a* et *a'*.

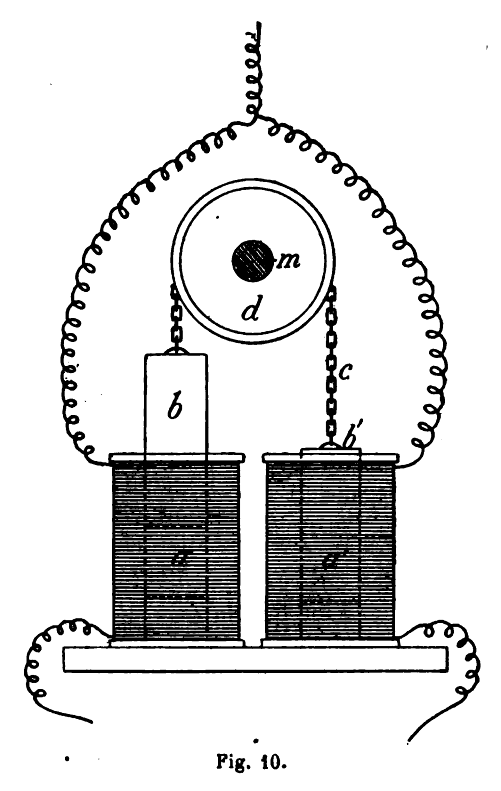


Fig. 10.

Deux noyaux de fer *b* et *b'* suspendus aux extrémités d'une chaînette *c*, entourant à demi un disque de matière isolante *d* calé sur un prolongement de l'axe du commutateur *m*, sont susceptibles, le premier *b* de descendre dans la bobine *a*, tandis que l'autre *b'* monte dans la bobine *a'*, et *vice versa*. Les deux entrées des fils enroulés sur les bobines *a* et *a'* sont réunies et mises en relation avec une des bornes de la conduite. La sortie du fil de la bobine *a* est reliée avec le balai 1 et la sortie du fil de la bobine *a'* au balai 3. Si le barreau *k* vient toucher la vis *n*, le courant traverse le fil enroulé sur la bobine *a*, dans laquelle descend alors le noyau *b*, qui tire sur la chaînette *c* et fait remonter le noyau *b'*. La chaînette *c* étant fixée sur le disque *d*, l'entraîne et fait faire au commutateur *m* un mouvement de droite à gauche d'une amplitude suffisante pour provoquer l'inversion du courant dans le voltamètre. En même temps le secteur s^1 ayant cessé de réunir les balais 1 et 2, le courant ne circule plus dans la bobine *a*. Lorsque, par suite de l'inversion produite dans le voltamètre, l'électrode mobile est remontée et que le barreau *k* est venu toucher la vis *n'*, le courant passe dans le fil enroulé sur la bobine *a'*; le noyau *b'* descend dans la bobine *a'*, tire sur la chaînette *c* et fait faire au commutateur *m* un mouvement inverse du précédent, et conséquemment le courant passe en sens contraire dans le voltamètre.

Les mouvements continuent ainsi alternativement chaque fois que le barreau *k* vient toucher la vis *n* ou la vis *n'*.

Compteur. — Le plateau *r*, dont la circonférence est taillée en engrenage, commande le premier mobile d'un mouvement compteur qui enregistre le nombre d'ampères-heure intégrés par le voltamètre durant le temps qui s'écoule entre deux demi-révolutions du commutateur.

Supposons que l'écart entre la vis *n* et *n'* soit tel qu'il corresponde exactement à la quantité dont s'enfonce ou remonte le flotteur *f* pour un dépôt provoqué par le passage de 100 ampères pendant une heure, chaque fois que le contact sera donné au moteur le compteur avancera d'une quantité correspondante à 100 ampères-heure.

Le compteur Desruelles et Chauvin présente l'avantage, étant placé en tension dans la conduite, d'être traversé par la totalité du courant à mesurer et d'en accuser toutes les fluctuations. On évite ainsi les erreurs que peuvent présenter les compteurs montés en dérivation dans lesquels l'exactitude des indications varie suivant les résistances relatives des branches du circuit. J.-A. Montpellier.

LA DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

(*suite* [1])

Emploi des accumulateurs. — Reprenons notre district de 500 mètres de rayon et 3 500 lampes.

Nous avons vu que les dépenses annuelles par lampe étaient de 16,15 fr. par lampe de 10 bougies pour deux heures d'éclairage en moyenne par jour, ce qui met le kilowatt-heure à $\frac{16,15 \times 1000}{365 \times 2 \times 40} = 0,552$ fr.

Si la durée d'éclairage, était de quatre heures par jour pour chaque lampe, toutes les dépenses resteraient les mêmes, excepté la dépense de charbon qui passera de 9 360 fr. à 18 720 fr. par an.

La dépense annuelle par lampe sera de 18,80 fr. soit $\frac{18,80 \times 1000}{365 \times 4 \times 40} = 0,322$ fr. par kilowatt-heure.

On voit donc que le prix de revient de la lumière électrique est d'autant plus élevé que le nombre d'heures d'éclairage est plus faible; ceci provient de ce que la plupart des dépenses restent les mêmes, quel que soit le nombre d'heures d'éclairage.

L'emploi d'accumulateurs permet d'emmagasiner l'énergie électrique pendant les heures les moins chargées et de faire travailler ainsi l'usine plus intensivement.

On peut se servir des accumulateurs de deux façons :

1° On charge les accumulateurs par la station et on fait tout l'éclairage par ceux-ci; c'est le procédé le plus simple et, n'était le prix élevé des accumulateurs, celui qui serait le plus universellement employé;

2° On charge les accumulateurs pendant les heures où la consommation est minima. Pendant les heures les plus chargées, les accumulateurs et la station centrale reliés en parallèle alimentant ensemble les lampes.

Ce second procédé, qui est un peu plus compliqué, exige une bien moins grande quantité d'accumulateurs.

Dans la première disposition, les accumulateurs doivent fournir toute l'énergie nécessaire pour l'éclairage, c'est-à-dire 280 000 watts-heure. Ils doivent pouvoir fournir cette énergie à un régime de décharge très rapide, c'est-à-dire en deux heures.

[1] Voir n° 30, p. 57.

Dans ce cas on prendra les dispositions suvantes :

Deux batteries alimenteront ensemble les lampes pendant les heures où la consommation est la plus grande.

Ensuite on laissera une seule batterie sur les lampes du réseau pendant que l'on chargera la seconde ; puis on remettra cette dernière sur le réseau et l'on chargera la première.

Dans ces conditions, les deux batteries doivent pouvoir fournir ensemble 140 000 watts comme maximum à un moment donné. En donnant une capacité de 400 000 watts-heure à chacune des batteries, nous serons assurés d'un bon fonctionnement.

Le prix de ces deux batteries sera de 86 000 fr.

Le rendement d'un bon accumulateur en fonctionnement industriel peut-être compté à 70 0/0. Il faudra donc fournir journellement aux batteries $\frac{280\,000}{0{,}7} = 400\,000$ watts-heure, c'est-à-dire 600 chevaux-heure ; une machine à vapeur de 60 chevaux marchant pendant dix heures suffira. Une deuxième servira de rechange.

Le prix de premier établissement sera alors le suivant :

Terrains, bâtiments, bureaux		33 000 fr.
Deux groupes de machines de 60 chevaux comprenant chaudière, machine à vapeur, tuyauterie, etc.	18 000 fr.	
Une dynamo de 60 chevaux	6 000 fr.	
	24 000 fr.	48 000 fr.
Une batterie d'accumulateurs		86 000 fr.
Tableaux, instruments de mesure, etc.		10 000 fr.
TOTAL		177 000 fr.

Le prix d'établissement de la station centrale est donc de 32 000 fr. plus élevé que dans le premier cas où l'on n'emploie pas d'accumulateurs.

Le personnel de l'usine reste le même que dans le cas précédent.

On peut compter 10 0/0 pour l'amortissement et l'entretien des accumulateurs.

Dans ces conditions il vient comme dépense annuelle :

Personnel	15 400 fr.
Charbon et divers	12 360 fr.
Intérêt d'un capital de 294 000 fr. à 5 0/0	14 700 fr.
Amortissement des bâtiments et conducteurs, 5 0/0 sur 101 200 fr.	5 060 fr.
Amortissement et répartition des machines, instruments et accumulateurs, 10 0/0 sur 134 000 fr.	13 400 fr.
Total	60 920 fr.

Soit $\frac{60\,920}{3\,500} = 17,40$ fr. par lampe.

Ces dépenses sont plus élevées que dans le cas précédent ; par contre, l'éclairage est mieux assuré contre les chances d'un accident aux machines et on peut avoir de la lumière même quand les machines ne tournent pas.

Dans la deuxième disposition, les accumulateurs et les machines travaillent toujours ensemble ; c'est-à-dire qu'au moment le plus chargé de la journée, les accumulateurs et les machines fournissent simultanément de l'énergie électrique aux lampes ; à mesure que la demande diminue, on prend moins aux accumulateurs ; à demi-charge, les machines à vapeur fournissent la totalité du courant. Lorsque le nombre de lampes est encore plus faible, les machines à vapeur marchant toujours à la même charge fournissent du courant aux lampes et chargent en même temps les accumulateurs.

**



Une batterie d'accumulateurs moitié moins grande que dans le cas précédent suffira, mais il faudra ajouter un groupe de machines en réserve, de sorte que les frais de premier établissement, tout en étant plus faibles que dans le premier cas, seraient plus considérables que dans le cas de la marche directe sans accumulateurs.

Les frais seront :

Terrains, bâtiments, bureaux		33 000 fr.
Deux groupes de machines de 100 chevaux dont un de réserve comprenant : chaudières, machines, tuyauterie, courroies, etc. . .	24 000 fr.	
Dynamo de 100 chevaux	10 000 fr.	
	34 000 fr.	68 000 fr.
Une batterie d'accumulateurs		43 000 fr.
Divers instruments, etc.		10 000 fr.
Total. . .		154 000 fr.

On voit que les frais de premier établissement ne sont guère plus élevés que dans le cas de la marche directe sans accumulateurs, tandis que l'on bénéficie de tous les avantages dus à l'emploi de ces derniers.

Le principal avantage consiste dans l'exploitation plus rationnelle de l'usine ; en effet, une fois les accumulateurs chargés, les machines peuvent cesser de tourner, les accumulateurs fournissant l'électricité aux quelques lampes qui restent allumées.

De sorte que l'on peut avoir de l'électricité nuit et jour avec une seule équipe travaillant de huit à douze heures.

D'un autre côté, l'amortissement et l'entretien des accumulateurs ne sont guère plus coûteux actuellement que ceux des machines. Les grandes sociétés d'accumulateurs acceptent l'entretien à forfait pour une somme annuelle de 5 à 10 0/0 du prix d'achat des batteries suivant leur importance ; c'est à peu près le chiffre admis pour les machines.

L'emploi des accumulateurs s'impose encore dans un autre cas. Lorsque l'on a une force hydraulique insuffisante, plutôt que d'installer une machine à vapeur devant venir en aide à la force hydraulique, il vaut mieux employer des accumulateurs ; les frais de premier établissement et d'exploitation sont moindres.

Supposons une chute de 200 chevaux, tandis que la demande atteint jusqu'à 400 chevaux pendant les heures les plus chargées.

Le prix d'une batterie d'accumulateurs pouvant fournir 200 chevaux pendant deux à trois heures est, comme nous l'avons vu, de 86 000 fr. ; en comptant 14 000 fr. pour le local et les instruments nous arrivons à un total de 100 000 fr., tandis que l'établissement d'une usine pouvant fournir 200 chevaux coûte, comme on l'a dit plus haut, 145 000 fr. Comme frais d'exploitation, l'avantage est encore plus considérable.

Pour les accumulateurs il n'y a à compter, en effet, que leur entretien et leur amortissement, l'énergie qu'on leur fournit ne coûte rien ; tandis que, si on avait établi une station supplémentaire de 200 chevaux il faudrait compter tous les frais.

En somme les 400 chevaux-heure fournis par jour par les accumulateurs reviendront :

Intérêt du capital de 100 000 fr.	5 000 fr.
Entretien et amortissement 10 0/0.	10 000 fr.
Surveillance et personnel supplémentaire	6 000 fr.
Total par an.	21 000 fr.

Tandis que, dans le cas de la station avec machines, il faudrait compter :

Intérêts à 5 0/0 du capital engagé de 145 000 fr	7 250 fr.
Entretien et amortissement 10 0/0 sur 112 000 fr.	11 200 fr.
Entretien des bâtiments 5 0/0 sur 33 000 fr.	1 650 fr.
Surveillance et personnel supplémentaire	6 000 fr.
Charbon, 3 kg. par cheval-heure à 20 fr. la tonne	9 360 fr.
Huile, chiffons, divers.	3 000 fr.
On arrive ainsi à près du double.	38 360 fr.

(*à suivre.*) W.-Cam. Rechniewski.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Fabrication des plaques d'accumulateurs

Procédé Henry-H. Lloyd

Dans la fabrication des plaques d'accumulateurs, on fait ordinairement fondre le plomb ou l'alliage, et on le verse à la cuiller dans le moule. Cette manière de faire a plusieurs inconvénients. Si c'est de plomb que les plaques sont faites, la surface du métal en fusion dans la cuiller s'oxyde au contact de l'air ; cette écume, versée dans le moule, s'incorpore dans la plaque dont elle diminue la solidité et abrège la durée. Si c'est d'un alliage (de plomb et d'antimoine, par exemple), la masse liquéfiée est en outre saisie par le froid et se solidifie en partie avant qu'on ait eu le temps de remplir tout à fait le moule.

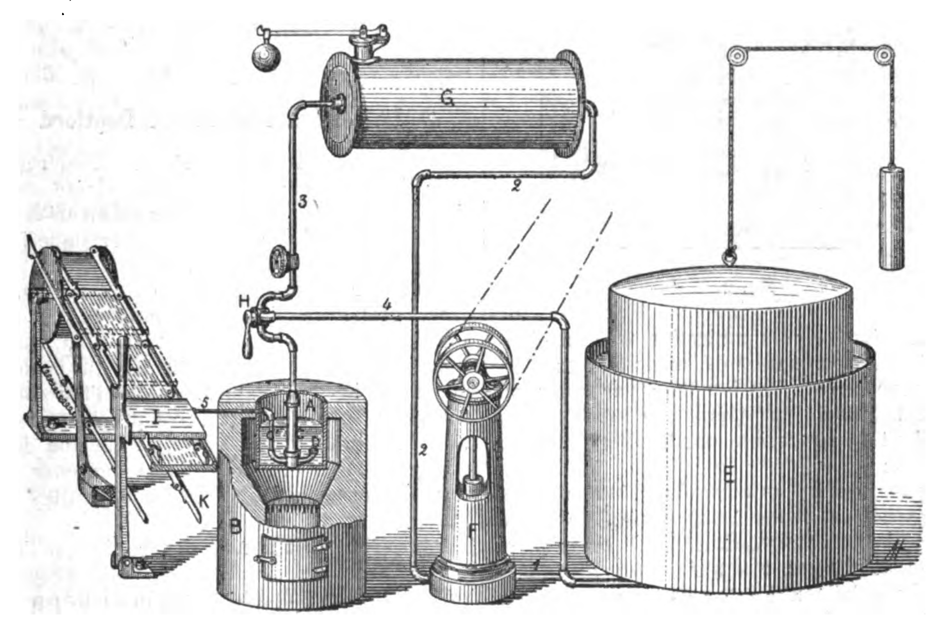


Fig. 1.

C'est dans le but d'éviter ces inconvénients et de produire des plaques de métal compact, dense, exempt de scories et par conséquent de la plus grande tenacité possible que M. Henry-H. Lloyd, de Camden (New-Jersey), a inventé le procédé de fabrication que nous allons décrire.

Le principe de ce procédé est de préparer la matière active sous forme de plaque dans un moule convenable et d'y appliquer ensuite l'ossature métallique à l'état liquide sous une forte pression produite au moyen d'un gaz comprimé.

Pour la première opération, M. Lloyd prend un

sel de plomb, le chlorure par exemple, et y ajoute un autre sel métallique tel que le chlorure de zinc; il fait fondre la masse dans un creuset et la verse dans un moule où elle se refroidit et cristallise. La seconde opération — l'application de l'ossature métallique sous pression — peut avoir lieu soit dans le même moule, soit dans un autre; elle se fait avec le concours du matériel dont la figure 1 représente l'ensemble, et dont la légende suivante fait comprendre l'agencement:

A, creuset posé sur un fourneau B pourvu d'une grille et d'un tuyau pour l'évacuation des produits de la combustion;

C (vu en détail, fig. 2), cylindre boulonné sur le fond du creuset; de ce cylindre se détache à gauche un ajutage C' auquel s'adapte une tubulure 5, et à droite la chapelle d'une soupape à boule D;

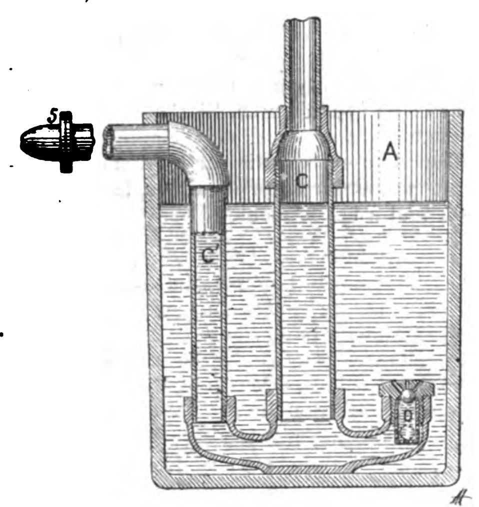


Fig. 2.

E, gazomètre en communication avec un générateur de gaz non représenté sur la figure;

F, pompe à compression mue par courroie, aspirant le gaz du gazomètre par le tuyau 1 et le refoulant sous pression dans le réservoir G par le tuyau 2;

3, tuyau mettant en communication le réservoir G avec le cylindre C du creuset. Ce tuyau porte un manomètre indicateur de pression et est muni d'un robinet à trois voies H, duquel part un branchement 4 retournant au gazomètre;

5, tubulure adaptée à l'ajutage C' du cylindre C et qui peut s'engager dans un bec du moule I, qu'on serre contre la tubulure en faisant jouer le levier L. Les choses sont arrangées de manière que la pression du levier rende étanche le joint entre la tubulure 5 et le bec du moule.

Voici maintenant comment ce matériel fonctionne.

Le robinet H est d'abord tourné de manière à couper la communication entre le réservoir et le cylindre C du creuset. Le plomb ou l'alliage en fusion dans le creuset emplit également le cylindre C et son ajutage C'. Pendant la fusion du métal, la pompe marche, aspire le gaz du gazomètre E et le refoule sous pression dans le réservoir G. Une série de moules est étalée sur une chaîne sans fin K, qu'on peut faire marcher au moyen d'une pédale. Les plaques de matière active sont arrangées d'avance dans les moules.

Le moment de la coulée est venu. Avec la pédale, on fait avancer le premier moule jusqu'à ce que son bec soit en face de la tubulure 5; on fait jouer le levier L, et le joint entre le bec et la tubulure se trouve fait. On tourne le robinet H dans la position où le cylindre C est en communication avec le réservoir G; la soupape D se ferme et la pression du gaz chasse le métal fondu du cylindre C et de son ajutage C' dans le moule par la tubulure 5. Le moule rempli, on tourne de nouveau le robinet H, lui donnant une position dans laquelle le gaz resté dans le cylindre C peut s'échapper dans l'atmosphère. Puis on remet le robinet dans la première position; le cylindre C se remplit d'une nouvelle charge de métal en fusion pendant qu'on enlève le moule rempli et qu'on fait avancer le second moule en face de la tubulure 5. Et ainsi de suite.

J.

(*Western Electrician.*)

La station centrale de Deptford

Peu d'entreprises excitent plus d'intérêt que la station centrale de Deptford. Cela se conçoit, c'est le projet le plus grandiose qui ait été élaboré pour la distribution de la lumière électrique depuis l'adoption de cette lumière. Nous n'avons pas à revenir sur ce projet, chacun sait sur quelles bases grandioses il a été établi et à quelles conceptions audacieuses il a donné lieu, conceptions qui soulevaient des difficultés que beaucoup jugeaient insurmontables. Aujourd'hui il faut s'incliner devant le fait accompli, la transmission du courant à 10 000 volts s'effectue depuis quelques mois et la hardiesse heureuse avec laquelle ont été surmontées les difficultés force l'admiration.

Nous avons déjà donné[1] des détails sur l'usine et son fonctionnement, nous nous proposons aujourd'hui de compléter ces indications par quelques renseignements empruntés à l'*Electrical Review* de Londres sur les installations mécaniques actuelles.

Ainsi qu'on le sait, l'usine de Deptford, établie sur la rive de la Tamise, près du « Greenwich Hospital » est destinée à produire l'énergie électrique pour tout le réseau de la « London

[1] *Revue intern. de l'Electricité*, tome XI, p. 257.

Electric Supply corporation », énergie transmise sous la tension énorme de 10 000 volts à quatre centres de distribution répartis dans Londres. Deux seulement de ces centres sont en service actuellement, Grosvenor et Trafalgar; les deux autres, Pimlico et Blackfriars, sont en construction.

L'entrée de Deptford est formée d'un vaste bâtiment de 64 m sur 59,40 m et 30,50 m de haut. Les grues roulantes qui circulent au-dessus des têtes, les énormes machines-outils, machines à planer, tours, etc., installés dans l'usine, lui donnent plutôt l'aspect d'un immense atelier que d'une station d'électricité. Cela tient à ce que, comme on le sait, les travaux d'installation sont faits sur place, dans l'usine même.

L'usine définitive comporte deux dynamos de 1 500 chevaux et deux de 10 000 chevaux destinées toutes quatre à la production des courants alternatifs à la tension de 10 000 volts. Le diamètre de chaque armature pour les « petites » dynamos de 1 500 chevaux est de 3,96 m et la hauteur de la machine à partir de la plaque de fondation est de 4,41 m. Chaque machine possède 48 bobines-armatures formées de bandes de cuivre enroulées sur un noyau de bandes de laiton et reliées en paires. Sur les faces des induits sont fixés deux chapeaux en ébonite l'un à l'intérieur de l'autre, essayés tous deux à 20 000 volts, et qui empêchent toute production d'étincelle entre l'armature et le bâti de la machine. La lubrification constante et effective de toutes les parties de la machine a été l'objet d'une attention spéciale; à l'extrémité de l'arbre de chacune des dynamos de 1 500 chevaux se trouve une transmission actionnant un système de pompes, grâce auquel l'huile puisée dans un récipient inférieur est refoulée dans les coussinets, après quoi elle retombe, en traversant un filtre, dans le récipient inférieur. Un espace creux est ménagé autour des coussinets et reçoit un courant d'eau froide destiné à empêcher l'échauffement excessif de ces organes; enfin un système spécial de leviers permet d'écarter les culasses portant les électro-aimants inducteurs. Les machines excitatrices (dynamos de Allen et Kapp) sont placées en arrière des grandes dynamos; elles sont à petite vitesse, 200 tours, et donnent chacune 50 volts et 400 ampères. Au moyen de commutateurs spéciaux elles peuvent être reliées à l'une quelconque des dynamos ou bien marcher en quantité, des ampèremètres et voltmètres sur chaque machine indiquant l'état exact de chaque excitatrice. Actuellement toutes les machines marchent en parallèle; on peut ainsi changer la charge sans avoir ces vacillements de lumière qui se produisaient au début et avaient donné lieu à des plaintes de la part des consommateurs.

Les machines qui actionnent les dynamos de 1 500 chevaux sont du type vertical marin de Corliss; elles ont été exécutées par Hicks, Hargreaves et Cie de Bolton. La transmission s'effectue par 40 câbles de 127 millimètres placés sur un volant de 6,70 m de diamètre, qui pèse 60 tonnes. La course de ces machines est de 1,20 m. Le cylindre à basse pression mesure 1,42 m, celui à haute pression 0,71 m.

L'usine de Grosvenor, quoique destinée à n'être qu'un centre de distribution, avait été pourvue d'une installation pour la production du courant électrique en attendant que les travaux de Deptford fussent assez avancés. Cette installation a été ramenée depuis à Deptford. Elle comprend deux dynamos de 625 chevaux, à petite vitesse, donnant chacune des courants à 2 500 volts convertis en courants à 10 000 volts par quatre transformateurs de 150 chevaux. Chaque dynamo est pourvue d'une excitatrice Siemens, et une excitatrice Kapp est tenue en réserve. Les dynamos sont actionnées par deux machines neuves de 700 chevaux chacune du type Corliss. Les volants pèsent 35 tonnes (7,31 m de diamètre) et reçoivent 17 câbles chacun pour la transmission du mouvement.

Le tableau de distribution est placé sur une plate-forme isolée spéciale. Le courant des quatre dynamos y est amené et traverse les ampèremètres avant de gagner, par un commutateur à trois branches, les conducteurs reliés aux canalisations de Londres. Un ampèremètre séparé est placé sur chacune de ces canalisations et indique la quantité de courant qui y passe.

Les résistances pour la régularisation du voltage sont placées entre les fondations des machines et manœuvrées par des tubes en ébonite se déplaçant dans des glissières. Les coupe-circuits fusibles, placés d'abord dans des gaines en porcelaine, sont maintenant dans des gaines en verre spécial, ce qui permet de voir dans quel état se trouvent ces coupe-circuits.

La salle des chaudières renferme 24 générateurs tubulaires de 500 chevaux, divisés en 4 batteries de 6 générateurs chacune; un autre groupe de 24 générateurs semblables est projeté. Une soufflerie est installée au-dessous des générateurs et permet de recourir au tirage forcé quand la production de vapeur doit être rapidement accrue, comme cela se présente dans le cas de ces brouillards soudains qui caractérisent d'une façon si peu agréable la ville de Londres.

Quelques détails pour terminer sur les dynamos monstres de 10000 chevaux. L'armature annulaire pour chacune de ces dynamos mesure 13,70 m de diamètre; elle est formée de 11 morceaux de fonte. Complète, elle pèsera avec son arbre 225 tonnes; une machine de 5 000 chevaux sera placée à chacune des deux extrémités de l'arbre de la dynamo dont l'armature jouera ainsi le rôle de volant. Les bobines de l'induit seront placées comme sur les machines de 1 250 chevaux,

il y en aura 132. Cinq dynamos de ce type doivent être construites et alimenteront chacune 200 000 lampes! La hauteur totale de ces dynamos est de 13,70 m dont 4,88 m au-dessous du plancher. L'un des arbres terminés pesant 30 tonnes avant d'être tourné, il pèse maintenant 20 tonnes environ; il a 0,90 m de diamètre dans sa partie centrale, il est percé de part en part d'un vide de 0,30 m de diamètre.

Comme nous le disions au début, à part les machines à vapeur et les pièces de fonte, les travaux se font à l'usine même: tournage des arbres, montage de dynamos, fabrication des câbles, etc. Ces travaux ont exigé naturellement des engins exceptionnels, c'est ainsi qu'on trouve : un tour permettant de tourner des pièces de 3,35 m de diamètre et 7,60 m de longueur, des grues roulantes qui peuvent enlever respectivement 50 et 25 tonnes, indépendamment d'une grue de 50 tonnes et de deux grues mobiles de 10 tonnes placées sur le quai.

Mais les plus grandes difficultés résidaient peut-être dans la confection et la pose des câbles. Là tout était nouveau et on n'avait pour se guider aucune expérience antérieure. Nous ne reviendrons pas sur les dispositions adoptées que nous avons indiquées déjà[1]; nous dirons seulement que les mesures actuelles de résistance sur chacun des câbles entre Deptford et Londres donnent 2,20 ohms, alors que la résistance calculée est de 2,16, ce qui montre que la résistance des 2 000 joints existant sur chaque câble est inappréciable, et cela pour les quatre câbles. Si nous ajoutons encore que, depuis le 10 février, le courant est transmis à 10 000 volts par les câbles qui maintenant alimentent seuls tout le réseau de la « London Electric Supply Corporation » et que ces câbles se comportent de la façon la plus satisfaisante, on reconnaîtra que de ce côté l'initiative audacieuse de Ferranti a été couronnée d'un plein succès.

Au point où en sont les choses il n'y a pas grande témérité à prédire le même succès aux installations mécaniques.

L. F.

(*Electrical Review.*)

[1] *Revue internationale d'Élect.*, tome XI, p. 257.

CORRESPONDANCE

*A Monsieur le Directeur de l'*Électricien

Monsieur le Directeur,

Il a été publié récemment dans la *Revue générale des Sciences* un article d'un grand intérêt sur les *Laboratoires de Mécanique*, article dû à la plume exercée d'un savant autorisé, M. Dwelshauvers-Dery, l'élève, l'ami et le continuateur de l'illustre et regretté G.-A. Hirn. Certains passages de cet article ont soulevé une vive émotion dans le monde de la mécanique; on a été surpris d'apprendre qu'en matière de mécanique expérimentale, notre pays se soit laissé distancer; on s'est surtout étonné et presque indigné de constater que le laboratoire de mécanique du Conservatoire des Arts et Métiers ait disparu, ce laboratoire célèbre qui conservait la tradition des Vaucanson et des Poncelet, qui avait été illustré par les travaux des Morin et des Tresca, qui était visité avec tant d'assiduité par la population laborieuse et intelligente de Paris, qui avait acquis auprès des savants de tous les pays une si légitime et si éclatante renommée. On m'a interrogé sur cette étrange disparition; j'ai réuni quelques documents; je vous demande la permission de les analyser brièvement et de vous prier de les porter à la connaissance de vos lecteurs.

I

La salle des machines en mouvement du Conservatoire des Arts et Métiers a été installée, de 1852 à 1854, par les soins du général Morin et de H. Tresca. Cette salle a été le premier laboratoire de mécanique qui ait été organisé sur des bases un peu larges, en vue des intérêts généraux et du progrès des sciences. Les auteurs de cette fondation se proposaient un double but :

1° Comme travaux de laboratoire, expérimenter les machines de l'industrie, les étudier au point de vue de la théorie et de la pratique, déterminer les chiffres et coefficients dont les mécaniciens ont à faire usage; constater officiellement les résultats des combinaisons nouvelles imaginées par les inventeurs ;

2° Comme enseignement, mettre sous les yeux du public des machines fonctionnant et travaillant; c'était alors un spectacle tout nouveau, aussi instructif qu'attrayant, et qui n'a pas cessé d'attirer des visiteurs empressés et attentifs aussi longtemps que le laboratoire a subsisté.

La salle des machines était constituée par une grande nef de 43 mètres de longueur sur 16 mètres de largeur. Elle était divisée en deux parties principales, affectées, l'une aux appareils hydrauliques, l'autre aux appareils à vapeur ; elle contenait, en outre, des transmissions fort développées et un grand nombre de machines-outils et d'instruments de mesure et d'expérience.

La partie hydraulique comportait une longue série de canaux, auxquels ont avait donné une section rectangulaire pour faciliter les jaugeages ; ces canaux étaient répartis en deux étages, constituant deux biefs ; sur la chute ainsi produite, d'une hauteur moyenne d'environ 3,50 m étaient disposées les machines hydraulique, motrices et élévatoires des types les plus variés; en outre, quatre vastes réservoirs en tôle, superposés les uns aux autres, étaient établis dans la tour de l'église ; ils permettaient d'utiliser des chutes allant jusqu'à 12 mètres ; les dispositions étaient prises pour que l'on pût facilement élever quatre nouveaux réservoirs, étagés au-dessus des premiers, et portant la chute à

24 mètres. Les canaux et réservoirs communiquaient entre eux à l'aide de robinets et de vannages, permettant des jaugeages faciles et exacts.

Les jours de visite publique, toutes ces machines étaient en action : les machines élévatoires servaient à remonter l'eau du bief inférieur au bief supérieur. Les machines motrices recevaient la puissance motrice de la même eau, tombant en sens inverse d'un bief à l'autre, et transmettaient cette puissance aux machines élévatoires ; la même eau pouvait servir indéfiniment ; mais ce circulus entraînait nécessairement un déchet de puissance, lequel était comblé par les machines à vapeur.

En outre de quelques locomobiles, le laboratoire disposait de deux chaudières et de deux machines fixes, avec bacs de jaugeage et accessoires pour la mesure des rendements ; ces machines actionnaient une transmission principale, courant dans toute la longueur de la salle, et une série de transmissions secondaires, servant à mettre en mouvement une collection fort complète de machines-outils et de machines diverses.

Lorsque cette salle était ouverte au public, la foule y accourait, curieuse et avide de s'instruire ; des légendes fort habilement rédigées étaient affichées auprès des appareils et en expliquaient le jeu et la construction. Cet enseignement par la vue, alors tout nouveau, a eu le plus grand et le plus légitime succès.

Des recherches scientifiques d'une extrême importance ont été exécutées dans ce beau laboratoire ; j'en citerai seulement quelques-unes :

Détermination d'un grand nombre de coefficients qui sont d'un usage courant dans l'industrie ; étude des frottements ; vérification d'instruments d'expérience, tels que dynamomètre (ceux du général Morin, notamment, qui ont rendu de si grands services), indicateurs, enregistreurs divers, anémomètres, moulinet de jaugeage, etc. ; essais extrêmement nombreux de matériaux à la traction, à la flexion, à la torsion, à la compression ; expériences sur un grand nombre de machines hydrauliques, notamment sur les pompes centrifuges à leur première apparition ; essais des machines à gaz, en particulier de la première machine de Lenoir, des machines à air chaud d'Ericcson, de Laubereau, etc, ; recherches sur l'équivalent mécanique de la chaleur, sur l'eau à l'état de surchauffe, sur les appareils de chauffage et de ventilation ; on pourrait encore étendre considérablement cette nomenclature, mais il n'est pas permis de la clore sans mentionner les magnifiques expériences de Tresca sur l'écoulement des corps solides et le rabottage des métaux.

Tous ces travaux sont aujourd'hui classiques ; les résultats qu'ils ont fournis sont d'un usage journalier, et les aide-mémoire de mécanique sont remplis des coefficients qui en proviennent.

Pendant plus de trente années, le laboratoire de mécanique du Conservatoire ne cessa de poursuivre ses laborieuses et utiles expériences, de fournir aux industriels les chiffres précis dont ils ont constamment besoin, de contrôler expérimentalement les conceptions des inventeurs, d'enrichir la science de données indispensables, de diriger la mécanique dans les voies de l'exactitude et de la précision, qui sont les facteurs solides de sa puissance à l'époque actuelle.

Les nations étrangères ont cherché à leur tour à imiter cet exemple. Des laboratoires puissants et admirablement outillés se sont peu à peu organisés dans tous les pays industriels. M. Dwelshauvers-Dery donne sur ce point des détails circonstanciés : mais il constate avec amertume que la France, qui avait donné l'exemple, s'est arrêtée dans la voie qu'elle avait ouverte ; il n'existe plus en France de grand laboratoire public de mécanique : le laboratoire de Morin et Tresca a cessé d'exister.

Comment est survenue cette étrange et douloureuse aventure ?

Le bâtiment dans lequel était installée la salle des machines en mouvement était l'ancienne église de l'abbaye de Saint-Martin-des-Champs. Ce monument, classé comme historique, est remarquable par ses belles proportions et l'élégance de son ordonnance gothique : c'est un bijou d'architecture. A la longue l'humidité entretenue dans l'atmosphère du vaisseau par les canaux et appareils hydrauliques et par les vapeurs échappées des chaudières avait fini par salpêtrer les murs ; les vibrations dues aux transmissions et machines en mouvement avaient ébranlé les maçonneries ; on s'aperçut que le bâtiment menaçait ruine ; il fallut d'urgence prendre un parti pour le sauver. On se décida à retirer de la nef l'eau et les appareils hydrauliques ; on enleva les moteurs et les transmissions ; l'exposition périodique des machines en mouvement fut supprimée ; les travaux de recherches furent suspendus et l'on se mit en mesure d'assainir et de consolider les murs compromis.

Cette décision fut prise en 1885 ; elle était grave, mais on l'avait acceptée, d'abord comme nécessaire, et surtout comme provisoire. En effet, il était absolument entendu que l'on élèverait rapidement, dans le jardin du Conservatoire, une halle, plus vaste que l'ancienne, mieux appropriée à son objet ; qu'on y emménagerait le matériel retiré de l'église, en remplaçant les machines démodées par des machines neuves, en y ajoutant les outils et organes nécessaires ; on devait, en un mot, élever de toutes pièces un nouveau laboratoire, qui fût à la hauteur de tous les progrès modernes.

En attendant, et toujours à titre provisoire, on continua à faire, dans d'étroits locaux dispersés dans tous les coins du Conservatoire, quelques-uns des essais réclamés chaque jour par l'industrie, autant que le permettaient le matériel et les emplacements restreints dont on disposait. Les services ainsi rendus étaient sans doute fort sérieux et justement estimés. Mais on attendait avec impatience le moment où le nouveau laboratoire permettrait de reprendre la série interrompue des études de mécanique.

II

Aujourd'hui plus que jamais la mécanique a besoin de recherches expérimentales, de données exactes et certaines. Dans le domaine de cette science, l'analyse mathématique a été poussée fort loin, trop loin peut-être, car la vérification expérimentale fait défaut sur plus d'un point, de sorte que les théories restent souvent en l'air, sans point d'appui solide. Une équation ne contient que ce qu'on y a mis : si elle part d'une hypothèse, le résultat reste douteux, quel que puisse être le talent du calculateur ; il faut que l'expérience suive et qu'elle vérifie ou démente. Il n'en est pas toujours ainsi, et la littérature de la mécanique est encombrée de développements analytiques stériles, presque suspects, qui attendent, et attendront longtemps la vérification expérimentale.

Citons un exemple bien connu : il s'agit de la machine à vapeur. Les traités un peu anciens, et même beaucoup de manuels modernes, donnent pour le calcul des machines à vapeur un procédé simple et facile, qui a longtemps été accepté, et qui revient à traiter la vapeur d'eau agissant sur un piston comme un gaz permanent à température constante ; l'hypothèse est fausse et les résultats sont grossièrement inexacts. La

théorie mécanique de la chaleur prend naissance; sans hésiter on se lance sur la nouvelle piste; les calculs s'ajoutent aux calculs; les équations s'amoncellent; en fin de compte une théorie complète et compliquée s'établit, fondée sur cette hypothèse que les parois du cylindre n'ont aucune action sur la vapeur qu'elles renferment. A son tour, Hirn prend la question en main; savant et praticien à la fois, il sait où peuvent mener les hyothèses? Décidé à ne procéder qu'à coup sûr, il prend le parti de soumettre les théories en vogue au contrôle expérimental. Les expériences qu'il fit sur les machines à vapeur sont demeurées célèbres: on les a reprises, répétées et variées dans tous les pays d'Europe et d'Amérique, excepté, il est triste de le constater, sur ce territoire de la France où elles avaient été faites et où il n'existe plus de laboratoire permettant de les reproduire. Le résultat de ces expériences fut absolument décisif : toutes les théories qui avaient été proposées sont fausses; tous les calculs *a priori* manquent de base : ces longs développements analytiques sont frappés de stérilité; il n'y a pas de *théorie générique* des machines à vapeur, car, dans l'état de nos connaissances, nous n'avons pas les données suffisantes pour calculer l'influence des parois du cylindre.

En somme, Hirn à mis à nu notre ignorance. Le résultat est humiliant, mais il est fécond : ces expériences ont abattu les théories orgueilleuses et décevantes. Il s'agirait actuellement de continuer l'œuvre de Hirn et d'édifier sur le terrain qu'il a déblayé. Mais, pour reprendre avec fruit ces études, il faudrait disposer de l'outillage indispensable, et cet outillage fait défaut.

Lors du Congrès international de Mécanique appliquée, tenu à Paris, à l'occasion de l'Exposition de 1889, en présence des mécaniciens venus de tous les pays du monde, un ingénieur du plus haut mérite, M. Cornut, définissait comme il suit l'utilité des laboratoires de mécanique :

« Il se passe, pour l'enseignement de la mécanique appliquée, un fait excessivement curieux: c'est le seul enseignement où il semble que l'on n'ait jamais besoin d'apprendre la pratique de ce que l'on doit faire. En physique, en chimie, en histoire naturelle, en médecine — et en médecine, heureusement pour nous — il y a des écoles d'application ; il y a des recherches faites par les personnes qui veulent travailler ces différentes sciences ; il y a la manipulation des appareils. En mécanique appliquée, c'est très simple : il n'y a rien du tout, ou à peu près. Faut-il croire qu'il n'y a pas de recherches à faire au point de vue de la mécanique appliquée ? Cela ne serait pas soutenable. Je prétends même que les différentes études qu'un laboratoire d'essais de mécanique aurait à sa disposition seraient tellement considérables qu'il faudrait de nombreuses années pour arriver à en épuiser le champ.

« La question des laboratoires est de premier ordre: si nous voulons que la mécanique appliquée continue la marche ascendante, dans laquelle elle s'est engagée, grâce au génie de tous les mécaniciens, qui ont fait plus, pour faire progresser cette science, que toutes les théories qu'on a émises, il faut créer des laboratoires. »

Et, à la suite d'une discussion au cours de laquelle le regret fut plus d'une fois exprimé que le laboratoire de Morin et Tresca eût disparu, le Congrès émit le vœu suivant:

« Il y a lieu d'encourager, par tous les moyens possibles, la création et l'extension des laboratoires d'essais de matériaux et de machines, aussi bien dans les grandes écoles du Gouvernement, dans les grandes administrations départementales ou privées que dans les établissements d'utilité publique, tels, par exemple, que le Conservatoire des Arts et Métiers. »

Ceci se passait en 1889. Or c'est en 1885 que s'est opéré le déménagement de l'église, et que le matériel a été remisé, en attendant que le nouveau laboratoire, ce laboratoire escompté, promis, fût enfin ouvert aux recherches et permit de continuer les travaux qui avaient mis la France à la tête des sciences mécaniques.

Aujourd'hui, en 1891, ce laboratoire existe... sur le papier; il a reçu la sanction complète et absolue de toutes les autorités administratives, téchniques, consultatives et autres qui peuvent avoir voix au chapitre; il existe (toujours sur le papier) dans son ensemble, dans ses organes, dans ses détails. Mais, depuis six longues années, il reste toujours à l'état de projet. Que manque-t-il donc pour qu'il devienne enfin une réalité? Il manque l'argent! Il n'en faut pas beaucoup, mais enfin, si peu que ce soit, les crédits nécessaires ne sont pas encore votés!

Est-ce dire qu'il y ait eu des suppositions, des négligences, des mauvais vouloirs ? En aucune façon! tout le monde est d'accord ; tout le monde reconnait que la disparition, même momentanée, du laboratoire est pernicieuse pour les mécaniciens, déplorable pour le pays, que l'argent consacré à son rétablissement ne saurait être mieux employé. L'éminent directeur du Conservatoire, le colonel Laussedat, cet homme de devoir et de dévouement, que tout le monde connait et apprécie a pris à cœur la question et a mis toute son ardeur à la résoudre ; il a multiplié les rapports, les démarches, les rappels ; les administrations l'ont secondé avec zèle et activité ; les ministres qui se sont succédé (ils sont, hélas ! nombreux) sont venus les uns après les autres au Conservatoire et se sont rendu compte par eux-mêmes de l'urgence de la solution ; les Commissions du budget, avec un empressement des plus méritoires, ont voulu également examiner la chose sur place ; les députés, les sénateurs les plus influents se sont déclarés chauds partisans de l'œuvre projetée et l'ont soutenue de tout leur pouvoir; enfin le Président de la République lui-même, malgré la réserve qui lui est imposée par ses hautes fonctions, a tenu à apporter dans une visite personnelle la preuve de sa sympathie.

Un sort malin a déjoué tous ces puissants efforts, toutes ces bonnes volontés, si cordiales et si unanimes ; le vote des crédits a été ajourné d'année en année par les mésaventures législatives les plus bizarres et les plus inattendues. Une fois les fonds étaient demandés sous forme de crédits extraordinaires ; et il se trouva justement que, cette même année, les Chambres se décidèrent à supprimer toutes les dépenses extraordinaires. Une autre fois, les propositions présentées sont reconnues irréprochables dans la forme (du fond il ne saurait être question, tout le monde étant unanime); elles sont votées par la Chambre des députés, et portées sans désemparer au Sénat : mais le dépôt sur le bureau du Sénat a lieu quelques minutes après que le décret de dissolution a été lu à la Chambre; refus de voter, très légitime d'ailleurs; nouvel ajournement ! Il y aurait matière à bien des réflexions sur ces mésaventures, qui prêteraient à rire si elles n'étaient si douloureuses pour l'amour-propre de notre pays !

Quoi qu'il en soit le laboratoire attend encore. Et pendant ce temps les nations rivales s'outillent et s'organisent. Sans revenir sur les détails donnés par M. Dwelshauvers-Dery, je citerai seulement le laboratoire de Sybley College, lequel dépend de la Cornell

University, à Ithaca, État de New-York : ce sont des pays peu connus de beaucoup de Parisiens. Là l'étude expérimentale de la mécanique a pris des développements dont on a aucune idée chez nous; on y trouve : un laboratoire de mécanique générale, un laboratoire d'hydraulique, d'autres laboratoires pour l'étude des chaux et ciments, pour celle des constructions métalliques, de l'électricité, etc.; la mécanique appliquée a son laboratoire spécial, installé dans une vaste salle et muni d'un grand nombre de turbines hydrauliques, de machines à vapeur, de machines à essayer les métaux et les lubrifiants, de machines à gaz et à air chaud, et des appareils de mesure les plus nouveaux et les plus précis; des centaines de jeunes gens instruits, même des ingénieurs déjà formés y travaillent constamment sous la direction des professeurs; ils disposent, pour leurs recherches, d'une puissance motrice qui s'élève à 600 chevaux-vapeur.

Et, pendant ce temps, nos mécaniciens français ne voient toujours rien venir ! Espérons que leur attente ne sera plus de longue durée, et que nous ne tarderons pas à voir le bel outil créé par Morin et Tresca et qui, entre leurs mains a donné de si magnifiques résultats, renaître enfin de ses cendres, plus beau, plus neuf, et qu'il rendra à la mécanique moderne les mêmes services que son illustre devancier.

Un Mécanicien.

CHRONIQUE

Exposition de Glasgow. — Une exposition d'électricité va être ouverte à Glasgow, le 8 novembre prochain.

Les machines et produits exposés seront répartis comme il suit :

Production de l'Électricité ;
Conducteurs électriques ;
Mesure électrique ;
Applications de l'électricité ;
Ouvrages traitant de l'électricité, plans, dessins ;
Collections historiques.

Il y aura en outre plusieurs sections destinées aux industries et aux inventions en général.

Exposition internationale de Lyon. — Le conseil municipal de Lyon, dans sa séance du 13 août dernier, a décidé, à l'unanimité, que l'exposition projetée dans cette ville en 1892 serait reportée à 1894. Cette exposition ne sera plus seulement nationale, elle devient internationale et coloniale.

La ville de Lyon en prend la direction effective absolue, laissant au Syndicat des architectes et entrepreneurs lyonnais la charge de la construction des palais.

Avant peu le règlement sera publié.

Les exposants peuvent, dès maintenant, s'adresser au bureau de l'ancien comité, 26, rue de la République, Lyon.

Livraison des colis par l'électricité. — M. Bennett propose la construction, dans les rues de Londres, de tunnels de 0,60m de largeur sur 0,90m de hauteur qui partent tous d'une station centrale et aboutissent, par l'intermédiaire de branchements, à toutes les maisons de la ville et dans lesquelles se meuvent des trucs électriques.

Nous eûmes l'occasion, en 1869, de voir à Paris un M. Alfred Bennett (est-ce le même ?) qui nous exposa un projet très analogue à celui-là. Mais, à cette époque, il ne s'agissait naturellement pas de l'électricité comme force motrice : l'inventeur, si nous avons bonne mémoire, avait recours à l'air comprimé.

Le principe du système proposé aujourd'hui est le suivant :

Supposons qu'un abonné A désire envoyer un colis à un abonné B. Il demande à la station centrale de lui envoyer un truc ; après avoir chargé le véhicule l'abonné A annonce à la station centrale qu'il est prêt à l'adresser à l'abonné B. Lorsque celui-ci a déchargé le truc, il le renvoie à la station centrale. Une sonnerie électrique indique à B qu'un colis lui a été adressé ; dans le cas même où B serait absent l'appareil se déchargerait et reviendrait automatiquement.

Ce projet semble, en principe, appelé à rendre de grands services ; il paraît malheureusement impraticable dans les quartiers populeux de Londres, à cause de la présence de canalisations de toutes sortes placées déjà sous les chaussées ; à moins que M. Bennett n'applique la méthode employée par M. Greathead pour la construction du tunnel de son chemin de fer électrique du sud de Londres, auquel cas les communications entre le tunnel et les habitations semblent devoir être difficiles.

Canalisation en papier durci. — Une compagnie américaine fabrique des tubes en papier destinés à l'établissement des canalisations électriques à l'intérieur des habitations. Le papier est préalablement trempé dans un bain de bitume à la température de 240 degrés environ. Les tubes ont de 6 à 40 mm de diamètre. Ils reçoivent deux fils quand le courant est de faible intensité et un seul quand le courant est plus intense. On les dissimule dans les parois ou bien on les laisse visibles en les recouvrant par la tenture de l'appartement. Les jonctions se font au moyen de manchons également en papier.

Éclairage des trains par l'électricité. — L'un des trains express qui font le service entre Berlin et Francfort est éclairé par l'électricité. Chaque voiture est munie de deux batteries d'accumulateurs et les lampes sont à deux circuits distincts, de sorte qu'en cas d'accident à l'une des batteries ou lorsqu'on la change, la voiture ne serait pas complètement privée de lumière. Les accumulateurs sont spécialement construits pour supporter des maniements brusques; leur capacité est de 200 ampères-heure. Chaque batterie fournit le courant nécessaire à 4 lampes de 8 bougies pour les compartiments et à une de 5 bougies pour le cabinet de toilette. Les batteries qui pèsent environ 300 kilog. chacune sont placées sous le plancher de la voiture.

Électroculture. — M. Delétrez, en effectuant des recherches sur les moyens d'obtenir des graines de betteraves à sucre dont les produits ne présentassent point les phénomènes de dégénérescence, de dissemblance et d'atrophie si fâcheux pour la culture sucrière, a étudié les effets de l'électricité sur les racines mères à graines. Il a constaté qu'elles étaient favorablement influencées par un courant électrique, qu'en les y soumettant au moment où elles ont acquis le commencement du développement de force qui leur est nécessaire, leur énergie vitale augmente, leurs organes sont excités, leur stigmate se développe, et qu'ainsi favorablement influencées elles sont plus aptes à produire une génération possédant les qualités qui avaient déterminé leur choix.

Voiture électrique Malignani. — M. Malignani, copropriétaire et directeur de l'usine d'éclairage électrique de la ville d'Udine, vient de construire une voiture électrique pour routes ordinaires. Elle a quatre roues et contient trois places.

Une petite dynamo-moteur de rendement très élevé donne le mouvement à l'axe moteur, par l'intermédiaire d'un engrenage. Ce qui rend la voiture vraiment pratique, c'est une nouvelle pile imaginée par M. Malignani. Cette pile, résultat d'études très sérieuses et de nombreuses expériences, donne un courant très intense et constant pendant plusieurs heures; elle utilise les matériaux employés avec un maximum de rendement.

Les expériences faites jusqu'à ce jour ont permis de constater que la voiture peut marcher à la vitesse de 12 à 16 km à l'heure. Avec deux voyageurs, les frais d'entretien ne dépassent pas 0,08 fr. par km parcouru. La marche peut se prolonger pendant 5 à 6 heures sans changer le liquide.

Le résultat économique obtenu est tel qu'il offre des avantages très saillants sur la traction animale. L'inventeur a demandé un brevet afin de s'assurer le monopole de la construction.

Galvano-tuberculose. — Dans sa séance du 21 septembre dernier, l'Académie des Sciences de Paris a pris connaissance d'une note intitulée : *De la galvano-tuberculose; méthode pour obtenir la destruction du bacille de Koch et des autres éléments microbiens pathogènes dans les tissus*, qui lui a été adressée par M. Millot-Carpentier.

La télégraphie de cavalerie. — Pendant les dernières manœuvres de l'armée autrichienne, on a fait des expériences sur une invention toute nouvelle : la télégraphie de cavalerie. A la suite du succès de ces expériences, chacun des 41 régiments de cavalerie de l'Autriche va être muni d'un matériel de télégraphie dont le service sera sous la direction de deux sous-officiers instruits *ad hoc*. L'appareil et la pile sont renfermés dans deux sacoches suspendues à la selle. En deux heures, les cavaliers télégraphistes d'un escadron en reconnaissance peuvent poser au moins 20 kilomètres de fil; après quoi la correspondance peut immédiatement commencer entre l'escadron et le gros du régiment ou l'état major. Les télégraphistes lancent au grand galop sur les routes, les arbres, les fossés, le fil enroulé en bobines de 500 mètres. Les 1 000 mètres de fil ne pèsent que 500 grammes.

La téléphonie en Norvège. — Voici les distances qui séparent quelques villes de la Norvège et la longueur des lignes téléphoniques qui les relient entre elles :

Villes	Distance à vol d'oiseau	Longueur de la ligne
Tromsœ-Alten.	170 kilom.	330 kilom
Alten-Kistrand	90 —	150 —
Kistrand-Hammerfest. . .	60 —	70 —
Kistrand-Kjesvaer	70 —	150 —
Tromsœ-Hammerfest. . .	210 —	550 —
Hammerfest-Kjesvaer. . .	86 —	170 —
Tromsœ-Kjesvaer.	300 —	580 —

La grande différence qui existe entre les chiffres correspondants à la distance à vol d'oiseau entre deux villes et la longueur de la ligne provient de la nature montagneuse de la contrée.

La téléphonie en Allemagne. — Deux lignes téléphoniques vont être sous peu mises en construction en Allemagne : la première reliant Berlin, Posen, Bromberg et Kœnigsberg (600 kilomètres) et la deuxième Berlin, Schneidemuhl, Dirchau, Dantzig, Elbig et Kœnigsberg (520 kilomètres). Ces deux lignes passeront par Landsberg. La ligne Landsberg, Francfort-sur-l'Oder et Berlin (150 kilomètres) sera mise à la disposition du public le 1er octobre.

Association française pour l'avancement des sciences. — La vingtième session de l'*Asso-*

ciation française pour l'avancement des sciences a eu lieu le 17 septembre dernier au grand théâtre de Marseille. Après le discours du maire, le président du Congrès, M. Dehérain, a traité une intéressante question, le « Rôle de la chimie et de la physiologie en agronomie ». Après cet important discours, le secrétaire général. M. Sidorot, a parlé sur l'Association française en 1890-91 et le trésorier a donné lecture du compte rendu financier pour l'année 1890.

Laboratoire d'études physiques de la Tour Saint-Jacques. Programme des cours pour 1891-1892.

ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE

Professeur : M. A. Avril, attaché au service des instruments de précision à l'École des Ponts et Chaussées.

Leçons les Jeudis, à 8 h. 1/2 du soir.

Histoire de l'Éclairage. — Production de l'Électricité industrielle, piles, machines. — Production de la lumière, lampes à arc et à incandescence, bougies électriques. — Distribution et transformation de l'électricité, accumulateurs, transformateurs, conducteurs, canalisation, compteurs. — Comparaison des divers modes d'éclairage.

Ce cours sera complété par de nombreuses expériences et des visites aux principales usines d'électricité.

MÉTÉOROLOGIE

Professeur : M. Georges Brunel, directeur de la « Science Moderne ».

Leçons les mardis, à 8 h. 1/2 du soir.

Les éléments du temps. — Pression barométrique, température, vapeur d'eau, vents, pluie. — Météorologie appliquée à l'hygiène. — Prévision du temps.

Ce cours sera complété par des observations faites à la Tour Saint-Jaques et des visites à différents observatoires.

PHOTOGRAPHIE

Professeur : M. Edouard Grieshaber

Leçons les vendredis, 8 h. 1/2 du soir

Pose, développement, virage, retouche et toutes les opérations concernant la reproduction des images proprement dites. Applications de la photographie à l'Impression, à l'Astronomie, à la Météorologie, aux Sciences naturelles, à la Micrographie.

Ce cours sera complété par une série d'opérations pratiques.

TÉLÉGRAPHIE

Professeur : M. Hoornaert, sous-chef de section de télégraphie militaire à l'école de la Tour-Maubourg.

Leçons les mercredis, à 9 h. du soir

Description, installation et entretien des piles. — Appareils Morse, Bréguet, etc. — Commutateurs, galvanomètres, paratonnerres, relais-postes de l'État et municipaux. — Appareils optiques à lentilles et à miroirs. — Héliostats, héliographes. — Téléphonie.

Ce cours étant destiné à préparer aux services télégraphiques militaires sera complété par des exercices sur les appareils Morse, Bréguet, Hughes, etc.

En outre des cours, des conférences sur les sujets d'actualité seront faites aux élèves les lundis soir, et des visites aux principaux établissements industriels, ainsi que des excursions scientifiques, seront organisées les samedis et dimanches. — Une bibliothèque spéciale de lecture sur place est ouverte pour les élèves tous les soirs à partir de 8 heures.

Les cours ci-dessus désignés commenceront le mercredi 14 octobre ; ils auront lieu dans la salle des Conférences, au 2e étage de la Tour St-Jacques ; à cet effet, la grille du square (à l'angle des rues Rivoli et St-Martin) sera ouverte de 8 h. à 8 h. 1/2 du soir pour en permettre l'accès.

Pour être admis à suivre les cours et travaux, il suffit de se faire inscrire au laboratoire d'études physiques, à la Tour Saint-Jacques, tous les jours, de 8 h. du matin à 6 h. du soir.

BREVETS D'INVENTION

Du 2 au 8 août 1891

212666 **Vogt.** — Perfectionnements aux microphones à charbons cylindriques (10 avril 1891).

212680 **Carpentier.** — Perfectionnements dans les appareils électro-caloriques (10 avril 1891).

212687 **Société Hillairet Huguet.** — Manœuvre électrique des signaux et aiguillages par la gravité (11 avril 1891).

212696 **Gendron.** — Perfectionnements aux piles électriques (11 avril 1891).

212702 **Dion.** — Système d'avertisseur électrique d'incendie à contact intérieur (11 avril 1891).

212704 **Growdus.** — Perfectionnements apportés aux batteries électriques (11 avril 1891).

212709 **Gwosdeff et Bungé.** — Perfectionnements apportés aux microphones (11 avril 1891).

212710 **Marcus, Patz et Grebner.** — Perfectionnements apportés aux piles électriques (11 avril 1891).

212713 **Vangraeschepe et Damarey.** — Mécanisme avec mouvement électrique pour sonnerie (13 avril 1891).

212714 **Vangraeschepe et Damarey.** — Mécanisme avec mouvement électrique pour horloge (13 avril 1891).

212724 **Von Orth.** — Dispositif pour régler des cadrans commandés par une pendule électrique (13 avril 1891).

212726 **Blanchard.** — Perfectionnements aux dispositifs électriques pour arrêter les voitures (13 avril 1891).

212728 **Bommelaer.** — Polydynamo (13 avril 1891).

212741 **Goubert.** — Compteur électrique (9 avril 1891).

212758 **Varlay junior.** — Perfectionnements dans les appareils avertisseurs électriques fonctionnant à heures données (14 avril 1891).

212766 **Batlot.** — Appareil électrique accumulateur (*brevet de* 10 *ans*) (2 mars 1891).

212777 **Société Van Depoele International Company.** — Perfectionnements aux moteurs électriques (14 avril 1891).

212791 **Dasseaux.** — Moteur hydraulique électro-atmosphérique (20 avril 1891).

212795 **Société anonyme Maison Bréguet.** — Transmetteur récepteur électrique d'ordres (15 avril 1891).

212800 **Collet.** — Lampe électrique compound à incandescence (15 avril 1891).

212812 **Blum.** — Élément galvanique constant (16 avril 1891).

Du 9 *au* 15 *août* 1891

212844 **Baptista.** — Perfectionnements dans les moyens de rattachement des fils télégraphiques exposés aux isoloirs (17 avril 1891).

212869 **Joubert.** — Nouveau système d'appareils pour la production de l'ozone (18 avril 1891).

212877 **Henneton.** — Équipage relatif à section décroissante, en métal magnétique, employé pour perfectionnements dans les appareils électriques (22 avril 1891).

212886 **Bigot** (demoiselle). — Natte galvanique, magnétique, électrique et plastique dite : *Natte Bigot* (20 avril 1891).

212903 **Rousseau.** — Système de moule à couler des plaques de métal hérissées de pointes sur leurs deux faces et destinées notamment à faire des plaques d'accumulateurs d'électricité (20 avril 1891).

212910 **Linville et Hettmansperger.** — Perfectionnements dans les télégraphes imprimeurs (21 avril 1891).

212911 **Linville.** — Perfectionnements dans les télégraphes imprimeurs (21 avril 1891).

212917 **Parcelle.** — Perfectionnements dans les machines dynamo-électriques (21 avril 1891).

212935 **Iwanowski** — Batterie électrique à courant continu nommée le *Dépolarisateur* (21 avril 1891).

212954 **Roberts.** — Perfectionnements apportés aux accumulateurs électriques (22 avril 1891).

Du 16 *au* 22 *août* 1891

212964 **Lœvenbruck.** — Nouvelle disposition pour produire l'allumage et l'alimentation des lampes à arc électriques (25 avril 1891).

212971 **Durafort père et fils.** — Nouvelles plaques isolantes en silice poreuse, à cavité formant réservoirs de liquide pour accumulateurs et piles électriques (23 avril 1891).

212985 **Menard.** — Perfectionnements dans les piles (23 avril 1891).

212995 **Le Blon.** — Système de lampe à arc (24 avril 1891).

213013 **Société J. Monier père et Cie.** — Système de construction en ciment et fer, à simple et double ligature, des caniveaux pour fils téléphoniques et électriques en général (24 avril 1891).

213036 **Garnot.** — Nouveau compteur horaire multiple d'électricité (25 avril 1891).

213060 **Société Gould et Cie.** — Appareil pour la transformation des postes téléphoniques ordinaires en postes à encaissement automatique (27 avril 1891).

213061 **Société générale des Téléphones** (Réseaux téléphoniques et constructions électriques).— Perfectionnements aux téléphones *système C. Ader* (27 avril 1891).

213065 **Le Corney.** — Nouveau système de distribution de l'électricité aux appareils d'utilisation (20 mars 1891).

Du 23 *au* 29 *août* 1891

213146 **Neyraud et Gamelin.** — Appareil électrique dit : *Bobine d'induction* (28 avril 1891).

213151 **Grammont.** — Perfectionnements apportés à la fabrication électrolytique du cuivre et des autres métaux (1er mai 1891).

213172 **Davidson.** — Perfectionnements dans l'isolation des conducteurs électriques (30 avril 1891).

213184 **Remande.** — Moyen de correspondre, à toute distance, avec un train en marche, par l'application d'un timbre sur la machine, et rendre les nouvelles transmissibles par téléphone (1er mai 1891).

213243 **Schweizer.** — Nouvelle réceptrice électrique horaire avec son régulateur transmetteur (5 mai 1891).

CERTIFICATS D'ADDITION

Du 9 *au* 15 *août* 1891

204094 **Duval et Nelson.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 3 mars 1890, pour une garniture d'ampoule de lampe à incandescence (15 avril 1891).

Du 16 *au* 22 *août* 1891

197751 **Champion.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 26 avril 1889, pour pyrotechnie électrique ou feux d'artifice électriques (22 avril 1891).

209850 **De Meritens.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 28 novembre 1890, pour une nouvelle pile à grand débit (23 avril 1891).

Du 23 *au* 29 *août* 1891

182223 **Digeon.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 16 mars 1887, pour un système avertisseur universel (27 avril 1891).

210002 **Société anonyme Maison Bréguet.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 5 décembre 1890, pour postes téléphoniques, à cadran indicateur, pour installation de plus de trois postes sur une même ligne (30 avril 1891).

209101 **Vialet-Chabrand.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 24 octobre 1890, pour appareils électriques permettant de produire l'ouverture ou la fermeture permanente d'un circuit électrique en un nombre quelconque de points (29 avril 1891).

L'Éditeur-Gérant : Georges CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

2e Série. — Tome II. N° 42 17 Octobre 1891.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LES TABLEAUX TÉLÉPHONIQUES " STANDARD "

Les tableaux *Standard* ont pour principal objet de réunir dans un petit espace un grand nombre de lignes et, par conséquent, de permettre à une même téléphoniste de desservir une quantité plus considérable d'abonnés. Comme compensation de ce surcroît de travail, la personne chargée d'établir les communications peut travailler assise, ce qui constitue un précieux avantage pour le personnel, astreint à rester constamment debout avec les systèmes généralement en usage.

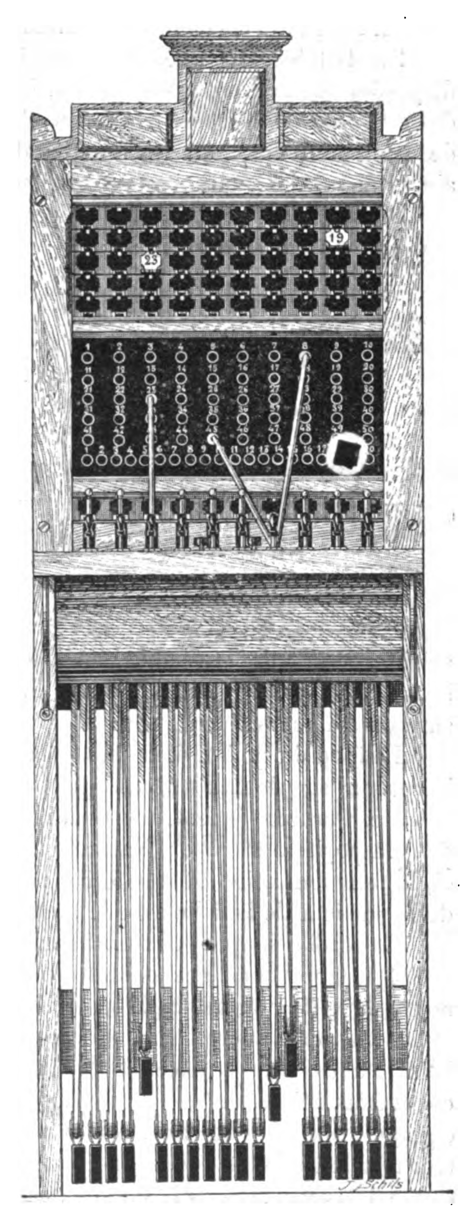


Fig. 1.

Les tableaux *Standard*, récemment mis à l'essai sur différents points du réseau français, sont construits sur trois modèles : le premier à vingt-cinq numéros, le second à cinquante, le troisième à cent. Les types à cinquante et à cent numéros sont les plus répandus. Chacun de ces modèles peut être établi pour des lignes à simple fil ou pour des lignes à double fil, mais il est à remarquer que les *Standard* montés pour lignes bifilaires peuvent être utilisés pour les lignes à fil unique sans qu'il en résulte d'autre inconvénient qu'une augmentation de prix.

Qu'il s'agisse de tableaux montés pour lignes simples ou pour lignes doubles, la forme du meuble est la même ; c'est un panneau vertical (fig. 1) surmonté d'un chapiteau, avec une tablette horizontale élevée au-dessus du sol, le tout supporté par deux pieds qui, en réalité, ne sont que les prolongements des faces latérales du meuble.

Les organes des *Standard* consistent en : annonciateurs d'appel, annonciateurs de fin de conversation, conjoncteurs de ligne, conjoncteurs d'intercommunication, fiches de liaison, cordons souples, contrepoids, commutateurs, clés d'appels. Plusieurs de ces organes sont identiques dans les *Standard* pour ligne simple et dans les *Standard* pour ligne double. D'autres organes semblables, quant à la forme, diffèrent sous le rapport de la construction et

du montage suivant qu'il s'agit d'une ligne à fil unique ou d'une communication avec fil de retour.

Les annonciateurs d'appel sont placés par rangées de cinq ou de dix en haut du panneau vertical; au dessous, les conjoncteurs de ligne sont disposés de la même manière, par rangées de cinq dans les tableaux à vingt-cinq numéros, par rangées de dix dans les tableaux à cinquante numéros, par rangées de vingt dans les tableaux à cent numéros. Les conjoncteurs d'intercommunication, au nombre de vingt (pour les tableaux à 100 numéros), viennent ensuite sur un seul rang; enfin, la ligne inférieure est réservée aux dix annonciateurs de fin de conversation; toutefois, dans les *Standard* de construction récente, les annonciateurs de fin de conversation ont été reportés immédiatement au-dessous des annonciateurs de ligne, sans que d'ailleurs ce changement ait entraîné la moindre modification dans l'agencement des communications.

Sur la tablette horizontale, les fiches se tiennent debout dans des godets; elles y sont disposées sur deux rangs et doivent leur position verticale à des contrepoids soutenus par des cordons souples. On trouve ensuite, en s'éloignant du panneau vertical, les leviers des commutateurs, puis les boutons des clés d'appel; le mécanisme des commutateurs ainsi que celui des clés d'appel est placé en-dessous de la planchette.

Standard monté pour ligne simple. — La fiche AB dont la figure 2 montre le profil et la coupe est un cylindre en laiton échancré vers son milieu pour loger la vis V, sous laquelle est pincé le fil conducteur.

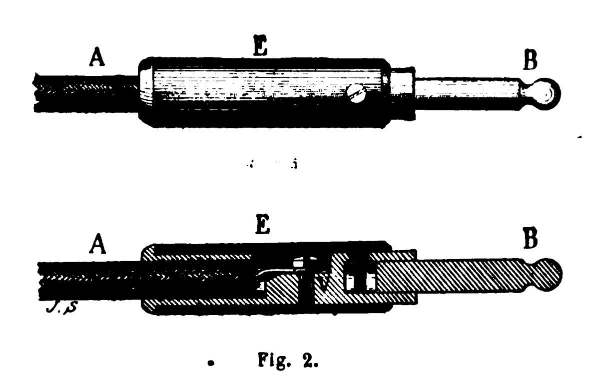


Fig. 2.

Celui-ci occupe la partie centrale du cordon souple. La portion du cylindre AB comprise entre A et V est taraudée et livre passage au cordon souple dont la tresse extérieure est vissée à force dans le tube ainsi constitué. Une gaine isolante E, assujettie par une vis, recouvre la partie de la fiche que l'on saisit avec la main et protège en même temps le fil conducteur attaché à la vis V. En A, le métal de la fiche fait saillie sur l'isolant; l'extrémité B a la forme d'un tronc de cône surmonté d'une sphère.

Le fond du godet, dans lequel la fiche se tient debout, est percé pour laisser passer le cordon souple, mais il est garni d'une bague métallique D (fig. 3) en relation avec la terre. Par conséquent, toutes les fiches et, par suite, tous les cordons sont à la terre dans la position de repos. Naturellement le fait de soulever une fiche rompt, pour celle-ci, la communication avec la terre, puisque cette communication n'a lieu que par le contact de la partie A de la fiche avec le fond D du godet.

Le cordon souple pend au-dessous de la planchette et passe sur la gorge de la poulie P (fig. 4) à laquelle est suspendu le contrepoids C. C'est un bloc de plomb dans lequel est noyée la chape en laiton de la poulie. De là, le cordon remonte vers la table; il y est attaché d'une manière particulièrement ingénieuse. Une équerre E (fig. 5) est vissée sur le bois; d'autre part, la tresse T du cordon est solidement pincée sous un cavalier; quant au conducteur lui-même, constitué par un fil contourné en spires serrées, il est simplement engagé deux fois dans les trous ménagés à cet effet au milieu de l'équerre E. Ce conducteur formant ressort donne un contact suffisant; l'effort de traction est supporté par la tresse T, et il n'est pas besoin de soudure pour parfaire la liaison.

Les fiches et les cordons sont groupés par paires. On sait que dans les systèmes de

tableaux les plus répandus, la communication entre deux abonnés est établie par un cordon conducteur portant une fiche à chaque extrémité, chacune de ces fiches pénétrant dans un conjoncteur rattaché à la ligne de l'abonné. Les choses se passent à peu près de la même manière avec le tableau *Standard.*

En effet, dans le tableau qui fait l'objet de notre étude, les deux fiches appartenant à une même paire peuvent être considérées comme réunies par un cordon unique, mais ce cordon est coupé en deux, et entre les deux sections on peut introduire à volonté un poste d'opérateur ou un annonciateur de fin de conversation.

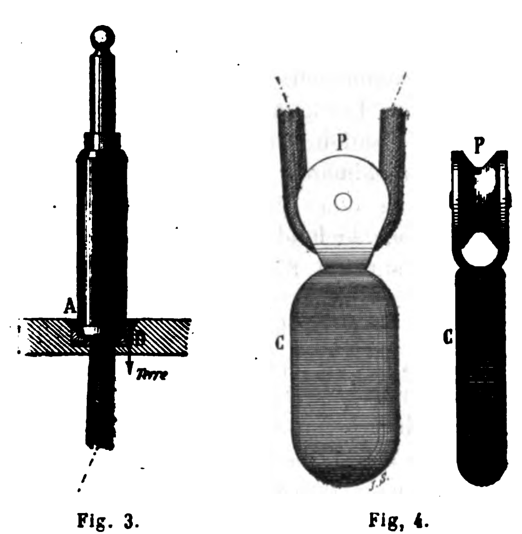


Fig. 3. Fig, 4.

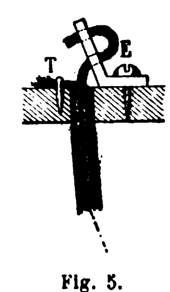


Fig. 5.

La fiche est destinée à pénétrer dans un conjoncteur.

Ce conjoncteur se compose d'un canon A (fig. 6) dont le trou seul est apparent sur le panneau. Le canon A supporte deux lames *a a'* servant de châssis à une lame centrale *b* et à deux ressorts latéraux *c, c'*. Chacun de ces organes métalliques est isolé des autres par une bande d'ébonite figurée en noir. La liaison mécanique a lieu par la vis V, entourée d'un manchon d'ébonite et par son écrou E. Ainsi, *a a'* appartiennent à la masse métallique du conjoncteur ; *b*, *c*, *c'* sont indépendants ; toutefois, lorsque la fiche n'est pas introduite dans le canon A du conjoncteur, *c* et *c'* sont en contact avec *b*, comme le montre la figure 7 (position 1).

Lorsque, au contraire, la fiche est engagée à refus dans le canon A, elle écarte les ressorts *c*, *c'* et prend contact avec eux ; la lame *b* reste alors isolée (position 2, fig. 7).

Le fil de ligne est attaché au ressort *c*, l'annonciateur d'appel est relié à la lame *b*.

Fig. 6.

Les annonciateurs d'appel (fig. 8) sont des électro-aimants à deux bobines EE' dont l'armature P, garnie d'un crochet C, soutient un volet V masquant un numéro. La résistance des bobines est habituellement de 100 ohms. Chaque tableau porte 25, 50 ou 100 annonciateurs correspondant à autant de lignes d'abonnés.

Lorsqu'un abonné appelle, l'armature de l'annonciateur correspondant est attirée ; le volet, monté à charnière, tombe et laisse voir le numéro. Dans sa chute, le volet presse un ressort qui prend contact avec une goupille en relation, si on le désire, avec une sonnerie et avec une pile, comme le montre la figure 9. Là se borne le rôle de l'annonciateur d'appel. On voit d'ailleurs, sur la figure 9 que la ligne n'arrive pas directement à l'électro-aimant ; elle passe par le conjoncteur, est attachée au ressort *c* appuyé sur

la lame *b*, et c'est cette dernière qui est réunie au fil des bobines de l'électro-aimant.

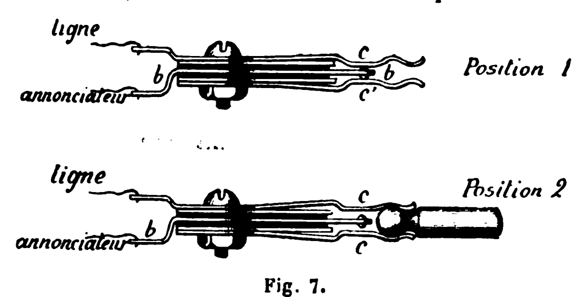
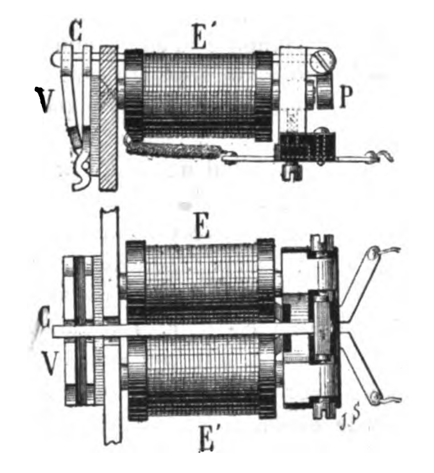


Fig. 7.

L'interposition de la fiche entre *c* et *c'* rompt la communication avec la lame *b* et met l'annonciateur hors circuit.

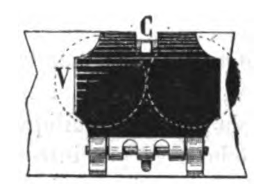
Les conjoncteurs d'intercommunication sont semblables aux conjoncteurs d'appel.

Les annonciateurs de fin de conversation sont formés par des électro-aimants tubulaires dont la bobine a une résistance de 6 à 700 ohms. Le noyau de fer doux (fig. 10) qui supporte la bobine est vissé sur le fond F du tube de fer F assujetti lui-même sur une règle *f* commune à tous les annonciateurs.



Le volet est articulé de la même manière que dans les annonciateurs d'appel.

L'armature, réglée très près du noyau, en raison de la longueur du crochet C qui soutient le volet, est un disque de fer P, suspendu sur les pointes des vis V, V'. Les extrémités du fil de la bobine



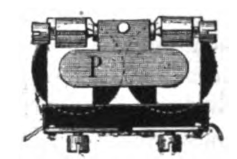


Fig. 8.

passent au travers de trous ménagés à cet effet dans l'armature et sont soudés à des tiges métalliques *ee'*, vissées elles-mêmes dans la joue postérieure J de la bobine.

Chaque annonciateur de fin de conversation est introduit dans le circuit au moyen d'un commutateur spécial (fig. 11). Considéré dans son ensemble, c'est un bras de levier AB qui rapproche ou qui éloigne deux ressorts *a*, *a'* et les faits buter contre une paire de contacts *c* ou contre une autre *b ;* nous allons étudier cet intéressant organe dans tous ses détails.

Deux blocs d'ébonite E, E' sont assemblés par les vis V, V'. Le premier bloc E porte sur une de ses faces latérales un long ressort *aa'*, fixé par deux vis en *a*, mobile en *a'*. L'extrémité *a'* est engagée entre deux pièces de contact *b*, *c* ; elle passe en arrière de *b* et en avant de *c*. Une disposition identique existe sur la face opposée.

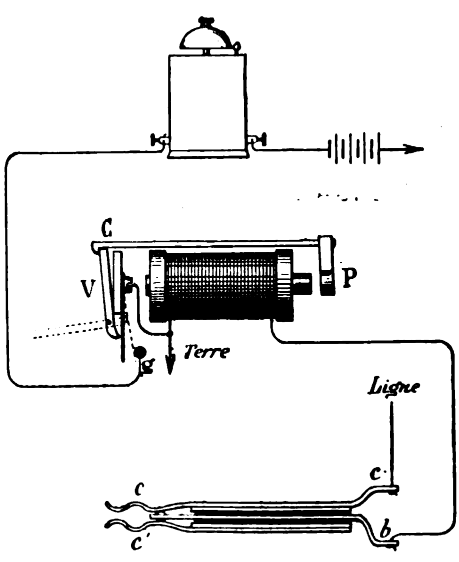


Fig. 9.

La pièce E' sert de support : 1° à un bras de levier AB pouvant se déplacer dans le sens

des deux flèches *f*, *f'* ; un libre passage est réservé à ce levier à travers la pièce E; 2° une paire de coussinets mobiles. Chacun de ces coussinets est formé par une lame de laiton *e* montée à charnière sur l'axe *h*, encastré dans les blocs d'ébonite E, E'. Chacun d'eux porte aussi une pastille en ébonite *g*, dont la partie saillante est tournée vers l'intérieur.

Lorsque le levier AB est incliné dans le sens de la flèche *f'* (position 1) les coussi-

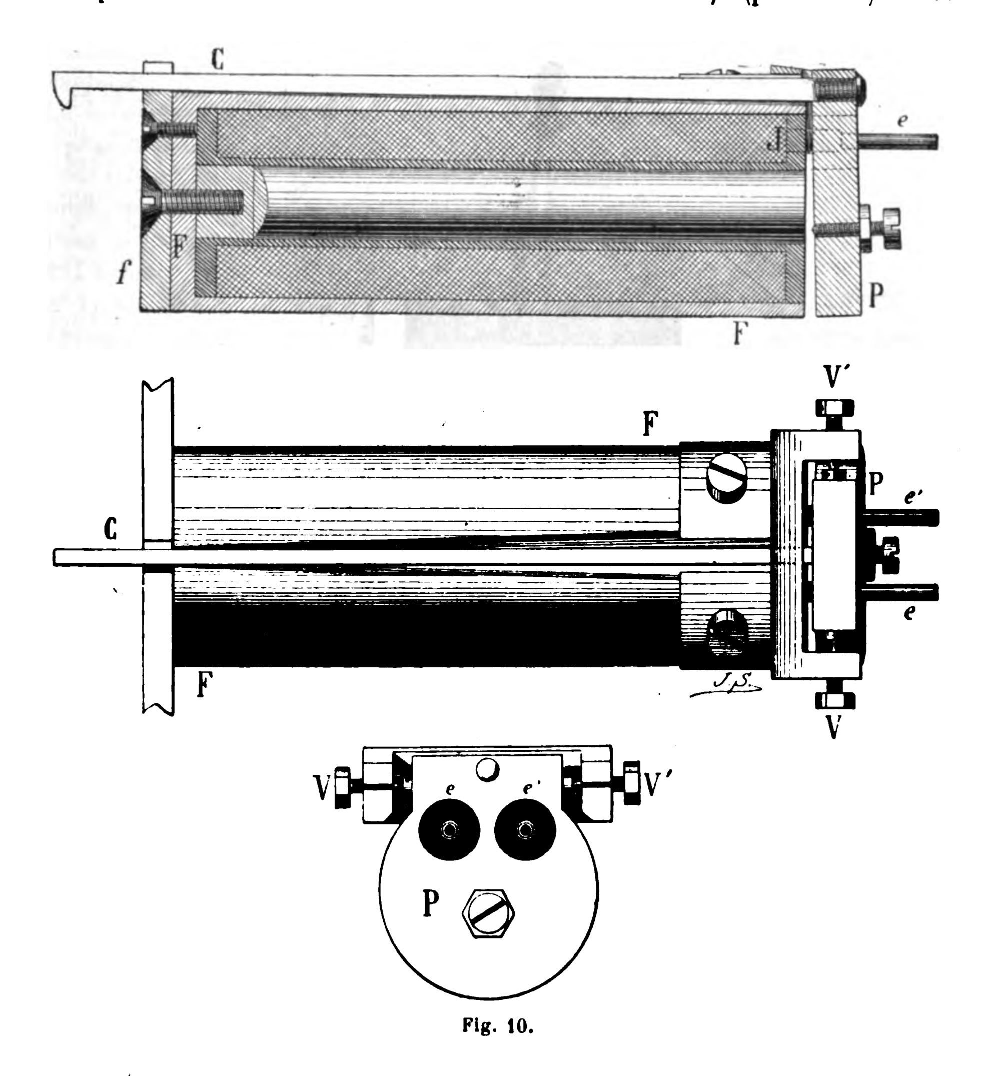


Fig. 10.

nets *ee'* sont rapprochés et n'exercent aucune pression sur les ressorts *aa'* ; ceux-ci restent appliqués contre les contacts *c*, *c*.

Lorsque le levier AB est incliné dans le sens de la flèche *f* (position 2) il s'engage entre les pastilles d'ébonite *gg'*, écarte les coussinets *ee'*, ceux-ci pressent sur les ressorts *aa'* et les éloignent des contacts *cc* pour les appliquer sur les contacts *bb*.

L'une des extrémités du fil de la bobine de l'annonciateur de fin de conversation est attachée aux contacts *c*, *c*, l'autre extrémité est à la terre. Les contacts *b*, placés sur la gauche des commutateurs, communiquent tous ensemble et aussi à une clé d'appel située à gauche. Il en est de même pour les contacts *b* placés sur la droite des commutateurs; ils sont tous reliés ensemble et avec une clé d'appel située à droite. Par l'intermédiaire

de ces clés d'appel, les contacts *b* sont réunis au circuit secondaire d'un poste d'opérateur. Ce poste d'opérateur peut d'ailleurs être un appareil Berton-Ader, un Paul Bert-d'Arsonval, voire même un poste microtéléphonique d'un système quelconque. Les ressorts *aa'* communiquent directement avec les cordons souples des fiches, les deux ressorts d'un même commutateur étant reliés aux deux cordons d'une même paire de fiches.

Les deux clés d'appel sont disposées sous la tablette horizontale du tableau. Deux chevilles métalliques garnies de têtes en ébonite servent à les manœuvrer.

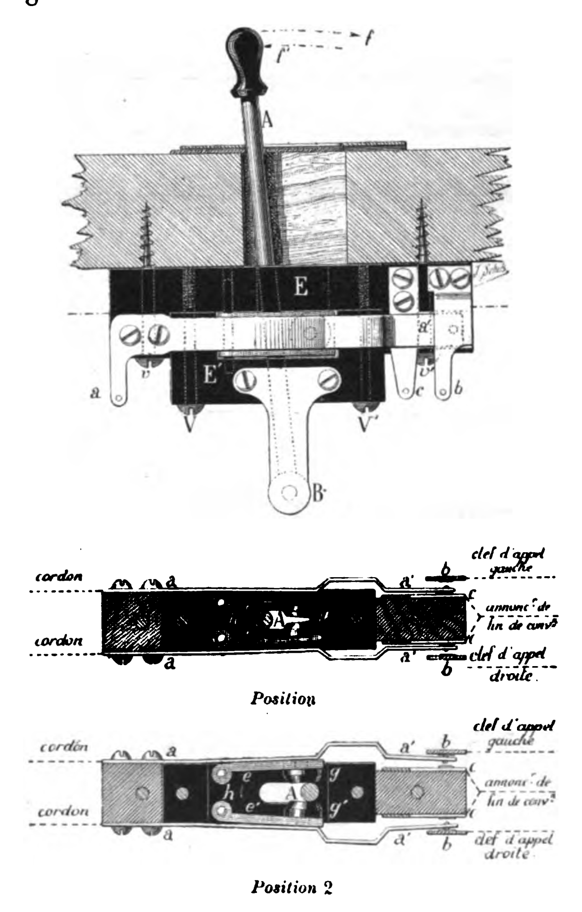


Fig. 11.

Elles ne diffèrent pas des clés d'appel ordinaires. Dans chacune d'elles, un ressort constitue le massif de la clé. Le massif de la clé de gauche communique avec tous les plots extérieurs de gauche des commutateurs. Le massif de la clé de droite communique, de la même manière, avec tous les plots extérieurs de droite des commutateurs. Les plots de repos des deux clés sont reliés au circuit secondaire du poste d'opérateur, comprenant le téléphone récepteur ; les plots de travail sont réunis ensemble et avec le pôle positif de la pile d'appel dont le pôle négatif est à la terre.

(*à suivre.*) L. Montillot.

LE CRYPTOGRAPHE ANIZAN

M. Anizan, qui vient tout récemment d'attirer l'attention sur lui par ses recherches sur les lignes artificielles, s'était déjà fait connaître avantageusement par diverses inno-



vations relatives à la télégraphie électrique. Son *cryptographe* mérite particulièrement d'être signalé : il compte parmi les plus pratiques, les plus complets et, en même temps, les plus simples que l'on possède.

On sait que l'on désigne sous le nom de *cryptographe* les appareils servant à la correspondance secrète ; et, sous le nom de *cryptographie*, la science qui s'occupe de ce genre de correspondance.

Cette science trouve ses applications dans la diplomatie, le commerce et l'art militaire, tantôt pour la correspondance graphique ordinaire, tantôt pour la correspondance télégraphique.

Le cryptographe Anizan, que nous nous proposons de décrire dans cet article, convient pour l'un et l'autre cas. Pourtant il a été combiné plus spécialement en vue des dépêches télégraphiques. C'est à ce titre que nous nous en occupons ici ; c'est à ce titre également qu'il était exposé, en 1889, au pavillon des Postes et des Télégraphes.

Pour cryptographier un texte clair, il existe deux méthodes générales directes :

1° La méthode par chiffrement ;

2° La méthode par transposition.

On opère par *chiffrement*, lorsqu'on remplace les lettres du texte clair par d'autres lettres convenues ; par exemple, par celles qui précèdent ou qui suivent de *n* rangs dans l'alphabet les lettres du texte.

On cryptographie par *transposition* lorsque, tout en conservant les lettres du texte clair, on modifie le rang qu'elles occupent.

Pour rendre le texte plus incompréhensible, on peut le transformer à la fois par chiffrement et par transposition.

Toutefois, ces deux méthodes présentent toujours ce grave inconvénient qu'on opère sur le texte clair lui-même. Il en résulte de nombreux indices, que les déchiffreurs de profession ont appris à connaître, et qui leur permettent souvent de reconstituer la version. La fréquence de chaque lettre dans les diverses langues, pour donner un exemple, fournit presque toujours des indications certaines.

Aussi ne tarda-t-on pas à abandonner ces deux méthodes générales pour faire usage, dès le commencement de ce siècle, d'une méthode indirecte, beaucoup plus simple d'ailleurs, la méthode du *dictionnaire*.

On place entre les mains des deux correspondants un dictionnaire spécial portant, en regard de chacun des mots qu'il renferme, un groupe quelconque de chiffres ou de lettres. Le texte clair est ainsi remplacé par une suite de groupes de chiffres ou de lettres ; on le reconstitue à l'aide de la seconde partie du dictionnaire, où les groupes sont classés par ordre numérique ou alphabétique suivant le cas.

Bien qu'aucune relation n'existe entre le groupe employé et le mot qu'il représente, cependant, ce procédé n'offre pas encore une sécurité absolue. Des déchiffreurs habiles sont parvenus, par le simple collationnement de plusieurs cryptogrammes issus de la même source et composés à l'aide du même dictionnaire, à traduire ces cryptogrammes et à reconstituer par conséquent le dictionnaire en usage, tout au moins en partie.

Aussi divers procédés et appareils ont été imaginés pour altérer méthodiquement les groupes donnés par le dictionnaire. Ce sont ces appareils que l'on désigne sous le nom de *cryptographes*.

Un cryptographe est d'autant plus parfait qu'il permet d'effectuer un plus grand nombre d'altérations ; que le changement de *clé* (c'est le terme usité) s'opère plus aisément ; que l'indication de la clé est plus laconique et que l'appareil lui-même est plus simple, plus robuste et d'un usage plus commode.

Lorsque le cryptographe doit plus spécialement servir pour les télégrammes secrets, il faut en outre qu'il soit de nature à permettre une transmission rapide et économique.

C'est pour cette raison que le cryptographe Anizan est disposé pour être employé avec des dictionnaires à groupes de lettres.

On démontre, en effet, que sous tous les rapports les dictionnaires à groupes de *lettres* sont plus avantageux, pour la transmission des dépêches électriques et optiques, que les dictionnaires à groupes de chiffres.

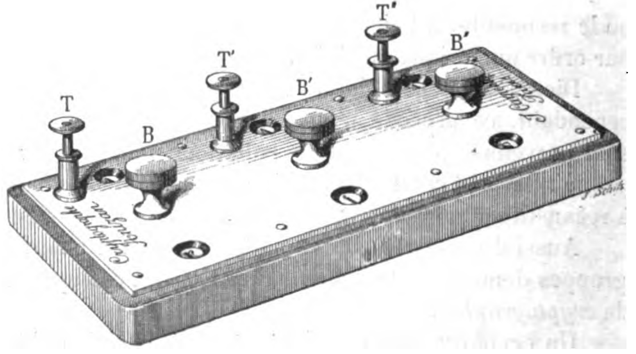
Le nombre des chiffres, de 0 à 9, est 10. Celui des lettres, de A à Z, est 26. Si n est le nombre d'éléments (chiffres ou lettres) qui forment le groupe on disposera donc, pour la composition des dictionnaires de 26^n groupes de lettres et seulement de 10^n groupes de chiffres. Posons $n = 3$; il vient $10^3 = 1\,000$ et $26^3 = 17\,576$.

On voit ainsi qu'un dictionnaire à groupes de *trois lettres* seulement pourra être plus étendu qu'un dictionnaire à groupes de *quatre chiffres;* et qu'un dictionnaire à groupes de trois chiffres serait insuffisant. Or cette considération est d'une grande importance commerciale, car les groupes de plus de trois caractères (lettres ou chiffres) sont taxés *doubles* dans le régime extra-européen des dépêches chiffrées. — Au point de vue militaire, ce n'est plus l'économie, mais la rapidité de transmission des dépêches qui doit primer. Or, ici encore, tous les avantages sont pour les groupes de lettres.

En effet, la télégraphie militaire fait un usage exclusif de l'alphabet Morse. Dans cet alphabet, la durée de transmission varie d'une lettre ou d'un chiffre à l'autre suivant le nombre et la nature des signaux dont la lettre ou le chiffre se composent. Le D (— - -) est généralement considéré comme représentant la durée moyenne de transmission pour les lettres ; et le 8 (— — — - -), la durée moyenne de transmission pour les chiffres. La longueur réglementaire du trait Morse est de trois points ; l'espacement de deux signaux d'une même lettre est égal à la longueur d'un point ; l'espacement de deux lettres, à la longueur de trois points ; et l'espacement de deux mots, à cinq points. La longueur du point Morse étant prise pour unité, on trouve qu'un groupe de trois lettres occupe en moyenne un développement égal à 27, tandis que ce développement est égal à 69 pour un groupe de quatre chiffres. Tenant compte de l'espace 5, entre deux groupes on a :

$$\frac{69 + 5}{27 + 5} = 2{,}3 \text{ environ,}$$

pour le rapport des vitesses moyennes de transmission d'un mot, suivant que ce mot est chiffré à l'aide d'un dictionnaire à groupes de lettres, ou d'un dictionnaire à groupes de chiffres. Autrement dit, les dictionnaires à groupes de lettres donnent une transmission deux fois plus rapide, et au delà, que ceux à chiffres.



Il nous a semblé utile de nous étendre quelque peu sur ces considérations ; les avantages du cryptographe Anizan ressortiront ainsi d'eux-mêmes.

L'appareil, dont la figure ci-contre donne une vue d'ensemble, se compose essentiellement de six disques portant sur leur pourtour les lettres de l'alphabet.

Les disques sont de deux dimensions, et sont superposés deux à deux : les grands par dessous, les petits par dessus ; chaque paire de disques est solidaire d'un des trois boutons B, B′, B″.

Si l'on vient à tourner ces boutons on entraîne les disques par paire. De cette façon on fait apparaître successivement les lettres des grands disques aux fenêtres percées

dans la platine de l'appareil, à côté des pistons T, T' et T''; tandis que les lettres des petits disques apparaissent aux fenêtres de devant.

Les lettres des grands disques sont noires; celles des petits disques sont rouges.

Un texte étant traduit, à l'aide du dictionnaire, en groupes de trois lettres, on reproduit ces groupes en lettres *noires* au moyen des trois boutons B, B', et B'', et l'on annote le groupe en lettres *rouges* qui y correspond. Ce sont ces groupes *rouges* qui sont transmis et qui constituent la dépêche. Celle-ci subit donc *deux* traductions : l'une par le dictionnaire, l'autre par le cryptographe.

Pour reconstituer le texte ainsi doublement altéré, le correspondant suit une marche inverse. Toujours à l'aide des boutons B, B', B'' d'un cryptographe analogue au premier, il reproduit en lettres *rouges* les groupes du texte reçu, et inscrit les groupes *noirs* qui en résultent. La seconde partie du dictionnaire (où les groupes sont rangés alphabétiquement), lui permet alors de retrouver le texte primitif. Il va sans dire que les deux dictionnaires employés de part et d'autre sont identiques.

Simplement réduit aux organes que nous venons de décrire le cryptographe Anizan ne pourrait rendre que des services fort limités. Aussi l'appareil est-il muni d'un dispositif intéressant et fort bien réalisé pour modifier presque indéfiniment la CLÉ, dont la connaissance constitue alors tout le secret ou convention.

M. Anizan donne le nom de CLÉ au groupe *rouge* qui correspond au groupe *noir* AAA. Ce groupe rouge peut être changé rapidement à la volonté de l'opérateur. Tel est l'usage auquel les pistons T, T', T'' sont destinés ; telle est aussi la raison d'être de paires de disques au lieu de disques simples pour les trois boutons B, B', B''.

L'appareil est disposé comme suit :

Les disques supérieurs sont montés d'une manière rigide sur l'axe des boutons B, B', B'', tandis que les disques inférieurs sont montés à frottement doux sur le prolongement de ces axes. Les disques inférieurs possèdent une encoche, située en dehors de la couronne des lettres. Si tournant l'un des boutons, B par exemple, on vient à abaisser le piston T, l'extrémité inférieure de la tige de ce piston, frottant d'abord sur la surface du grand disque, finit par pénétrer dans l'encoche dont ce disque est muni, et immobilise ce dernier. La lettre A (noire) se trouve alors devant la fenêtre. Le piston étant toujours maintenu abaissé malgré le ressort antagoniste à boudin qui tend à le relever, si l'on continue à tourner le bouton dans un sens ou dans l'autre, on entraînera le petit disque seul; et, en regard de la lettre A (noire), on fera apparaître la lettre rouge que l'on voudra. Ceci fait, on abandonne le piston et l'on peut de nouveau entraîner les deux disques par le bouton, mais avec un angle de calage réciproque différent.

Le réglage du cryptographe se comprend maintenant sans aucune peine :

Soit RIS, la seconde syllabe du mot Paris, dont il ait été convenu comme *clé*. Il suffit alors que les deux correspondants, avant de faire usage de leur cryptographe, amènent à l'aide des pistons T, T', T'' ce groupe RIS (en lettres rouges) en regard du groupe noir AAA, ainsi que le dessin le représente. L'appareil est ensuite employé comme il a été expliqué plus haut.

— Ce qui distingue particulièrement le cryptographe Anizan, c'est que la *clé* est toute de convention et ne laisse aucune trace matérielle, ainsi que cela a lieu avec les *grilles* par exemple, préconisées jusqu'ici comme cryptographes, et qu'il est facile de retenir *la clé* par cœur, ce qui a de l'importance au point de vue militaire.

Avec le cryptographe Anizan, on peut, bien que n'ayant qu'un seul type de dictionnaire et un seul type d'appareil, correspondre à l'aide d'une clé différente pour chacun de ses agents ou correspondants. Il est loisible même de changer de *clé* après chaque dépêche ou série de dépêches. Il suffit pour cela d'intercaler, à une place convenue du texte, le groupe de lettres qui représente la *clé* dont on fera usage pour la dépêche suivante, et cette *clé*

restera secrète, puisqu'elle est chaque fois transformée à l'aide de la *clé* précédente. La première clé seule doit au préalable être connue du correspondant.

Le nombre de *clés* dont on peut disposer est plus que suffisant pour la pratique, de même que pour la garantie du secret des dépêches.

En effet, en regard de la combinaison noire AAA, on peut amener $26^3 = 17\,576$ combinaisons rouges.

Déduisant la combinaison rouge AAA, qui ne peut servir de *clé*, car les groupes du dictionnaire ne seraient pas altérés, on voit que l'appareil fournit $17\,576 - 1 = 17\,575$ *clés* différentes.

De cette façon un même groupe de trois lettres représentera tous les mots du dictionnaire, suivant *la clé* convenue. Ou, autrement dit, la possession d'un cryptographe Anizan équivaut à celle de 17 575 dictionnaires différents.

L'appareil présente donc toutes les sécurités désirables, et il n'est point douteux que son usage ne devienne bientôt général.

Paul Samuel.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Transmission et conversion de l'énergie par l'électricité dans les opérations de mines

Par H. Ward Léonard

La question de la transmission et de la conversion de l'énergie est primordiale pour tout ce qui touche le génie civil et notamment pour les travaux des mines. Les agents de transmission employés jusqu'ici : eau, vapeur, câbles, air comprimé, ne répondent que d'une façon incomplète aux desiderata de l'industrie minière, car, on le sait, ils cessent d'être utilisables pour des distances variables avec chaque agent, mais toujours très minimes; leur rendement est d'ailleurs très peu élevé. L'usage de l'électricité permet au contraire d'opérer sur des distances pratiquement illimitées tout en donnant un meilleur rendement et en n'entraînant qu'une dépense peu importante de premier établissement.

Mais la grande variété des applications dans le domaine des mines, l'éloignement des exploitations des villes importantes où les usages de l'électricité se sont répandus le plus rapidement, l'absence aussi de renseignements sur les applications de nature spéciale qu'exigent les travaux des mines, ont fait que jusqu'ici ces applications de l'électricité sont restées rares. Peut-être aussi la grosse pierre d'achoppement a-t-elle été l'absence de perforateurs électriques. L'électricien pouvait bien éclairer les galeries, faire marcher les pompes, les treuils, actionner les tramways, mais si le propriétaire de la mine lui demandait de remplacer ses perforateurs, il était obligé de se récuser, et, comme ces engins tiennent précisément le premier rang parmi les appareils à mouvoir autrement qu'à bras d'homme, on ne pouvait guère attendre de progrès rapides de l'électricité tant que cette lacune ne serait pas comblée.

L'« Edison General Electric C° » vient de créer trois types de perforateurs électriques qui peuvent remplacer et avec avantage, ainsi que nous allons le faire voir, les perforateurs en usage actuellement.

Le premier type (comme importance) est le « perforateur électrique à percussion » inventé par H. N Marvin, de Syracuse, N. Y.; en voici la description rapide :

Un bout de tube de chaudière, de 0,175 m et d'environ 0,75 m de long est fixé sur un trépied ou support convenable.

Dans la partie antérieure de ce tube se trouvent deux enroulements cylindriques de fils en forme de solénoïdes d'environ 0,22 m de longueur chacun et d'un diamètre extérieur d'environ 0,17 m de manière à s'ajuster exactement dans le tube; leur diamètre intérieur est d'environ 0,053 m. Ces deux solénoïdes sont placés l'un contre l'autre bout à bout. Le piston portant le perforateur joue librement à travers la partie centrale de ces solénoïdes; il est supporté par deux coussinets placés immédiatement derrière chacun des solénoïdes. Dans la partie postérieure du tube se trouve un ressort en spirale de la forme en usage pour les voitures. Le piston est formé d'une partie centrale en fer forgé de 0,35 m de longueur, avec, aux deux extrémités, des bagues en bronze d'aluminium fixées d'une façon rigide à la partie centrale. La bague antérieure, de 0,325 m porte le support du perforateur ; la bague postérieure est évidée en spirale, de manière à présenter une section hexagonale sur 0,225 m de longueur; elle porte à son extrémité un tampon en acier



qui frappe contre le ressort placé au fond du tube.

La partie postérieure du piston est similaire à celle des autres perforateurs à percussion et détermine la rotation de l'outil d'un sixième de tour à chaque choc. Les extrémités des enroulements de fil sont amenées à des pièces de contact au sommet des extrémités adjacentes des deux solénoïdes où il y a un support recevant le terminus du câble et réalisant ainsi la communication électrique avec le perforateur. Trois conducteurs vont de la génératrice au perforateur; l'un d'eux est relié à une extrémité de chacun des solénoïdes et les deux autres conducteurs sont reliés aux deux autres extrémités des solénoïdes.

La génératrice est des plus simples, les enroulements de l'armature viennent se terminer sur deux colliers isolés sur l'arbre. L'un de ces colliers est un anneau métallique continu sur lequel s'appuie un balai relié au conducteur commun aux deux solénoïdes. L'autre collier est métallique sur une moitié de la circonférence, tandis que l'autre moitié est isolée des fils de l'armature; sur ce demi-anneau s'appuient deux balais diamétralement opposés et reliés respectivement aux deux autres conducteurs allant aux solénoïdes du perforateur.

Si, maintenant nous faisons tourner notre armature dans un champ magnétique excité séparément, un courant électrique naîtra de l'armature au demi-anneau, passera par celui des deux balais en contact en ce moment avec ce demi-anneau et gagnera par le conducteur correspondant une extrémité de l'un des solénoïdes, celui arrière par exemple, pour revenir ensuite à l'armature à travers ce solénoïde, le fil commun et l'anneau complet. En traversant le solénoïde, ce courant le transforme en un aimant puissant qui agit sur le piston pour le ramener en arrière dans une position telle que le centre de sa partie en fer se trouve au centre du solénoïde.

Mais, quand l'armature s'est déplacée d'une demi-révolution, la polarité de ses fils est renversée et c'est l'autre balai qui se trouve en contact avec le demi-anneau. Le courant dans le fil commun aux deux solénoïdes a donc pris une direction inverse du précédent, et le solénoïde postérieur et son conducteur, actifs tout à l'heure, ont été mis hors circuit. Le courant passant maintenant par l'autre conducteur et le solénoïde correspondant, c'est-à-dire le solénoïde antérieur dont l'action magnétique tend à ramener le piston en avant jusqu'à ce que le centre de sa partie en fer soit au centre du solénoïde antérieur.

Nous avons ainsi une action alternative sur le piston et chaque révolution de l'armature de la génératrice provoque un coup du perforateur. En faisant varier la vitesse de la génératrice on peut obtenir tel nombre de coups par minute qu'on le désire. Dans la pratique usuelle, le chiffre de 600 coups par minute donne d'excellents résultats. Le ressort placé au fond du tube sert, on l'a remarqué déjà, à emmagasiner l'énergie du mouvement en arrière, énergie qu'il restitue au moment de la projection en avant, augmentant ainsi la puissance du choc.

Le perforateur Marvin possède d'ailleurs des avantages que n'ont pas les perforateurs à vapeur ou à air comprimé : il n'occupe qu'un très petit emplacement et permet de faire varier à volonté la longueur des coups ; il peut être facilement déplacé puisque l'énergie lui parvient par des fils flexibles et on n'a aucune perte de force par suite des coudes, des inflexions, soupapes, etc., de sorte que le rendement est plus considérable qu'avec tout autre type.

Le perforateur électrique permet en outre d'activer le travail. Dans les appareils à air ou à vapeur, le jeu des valves est troublé dès que la fréquence des coups atteint une certaine limite ; avec l'appareil électrique au contraire, la vitesse de rotation d'une armature cylindrique de petit diamètre parfaitement équilibrée permet de dépasser de beaucoup cette limite, le jeu de l'appareil n'étant plus guère limité que par l'aimantation et la désaimantation des noyaux de fer, opération qui peut s'effectuer 10 000 fois par minute. Sans aller jusque-là, avec 800 coups à la minute, nous avons pu percer 0,10 m à la minute de trou de 0,037 m de diamètre dans le *granite quincy* le plus dur et cela avec une dépense de force n'excédant pas 3 chevaux-vapeur. Je suis persuadé que dans un temps relativement court, nous aurons des perforateurs à percussion avec lesquels la fréquence des coups sera plus grande encore et qui permettront d'augmenter notablement la rapidité du travail sans recourir à des perforateurs plus pesants que ceux actuellement en usage.

D'après un bulletin du département du « Census », en date de mars dernier, le prix de la main-d'œuvre pour l'exploitation des carrières de granit est de 84 0/0 du prix total ; dans le Massachusetts où le rendement est plus grand que partout ailleurs et où on profite d'une longue expérience, le taux est encore de 82 1/2 0/0. On voit quel avantage présenterait un appareil permettant de réduire cet élément prépondérant des dépenses totales.

Un autre perforateur de grande valeur pour l'ingénieur des mines, c'est le perforateur à diamant. Celui qui est mis sur le marché par l' « Edison General Electric C° » a été inventé par J.-E. Storey, de Denver (Col.). Il présente de grands avantages sur les perforateurs à diamant employés jusqu'ici, ainsi que permettra de s'en rendre compte la description qui suit :

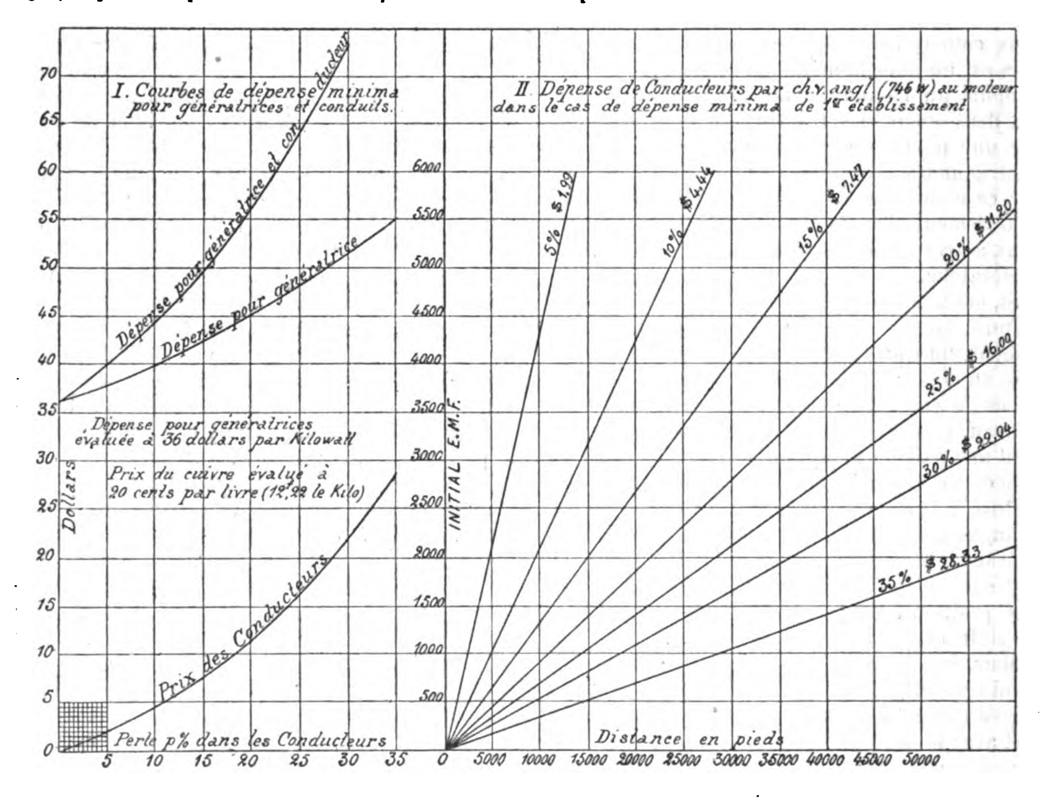
Le perforateur pèse complet 108 kg. La consommation moyenne d'énergie est de 1 3/4 cheval-vapeur environ et permet de percer dans la roche dure un trou de 0,31 m de diamètre à raison de 0,05 m par minute en laissant un noyau de 0,018 m. La tige de perforateur tourne à

la vitesse de 400 tours à la minute, sans aucune charge et, quand elle travaille en plein, la vitesse n'est pas sensiblement diminuée. Cette tige est reliée par une série d'engrenages à un moteur électrique faisant 1 600 tours à charge complète. Ce moteur a quatre pôles et l'armature a la forme d'une enveloppe cylindrique qui protège toutes les parties du moteur et de la machine. Une pompe rotative placée sur la tige du perforateur fournit l'eau nécessaire pendant le fonctionnement de celui-ci.

Avec le perforateur électrique le mouvement est exempt de tout choc et la vitesse en peut être maintenue absolument constante. A pouvoir égal, le poids du perforateur électrique à diamant est beaucoup moindre que celui du même perforateur à vapeur, l'espace qu'il occupe est très petit, l'appareil peut être placé en droite ligne avec le trou à percer.

Le perforateur peut être actionné par tout circuit existant déjà pour l'éclairage et le courant nécessaire peut être fourni par une source d'énergie distante de 3,2 km au moyen de fils n° 10 B. W. G. ayant un diamètre d'environ 0,003 m.

Le perforateur peut être transporté n'importe où, la plus lourde de ses pièces détachées ne pesant que 16 kg et pouvant être, par suite, portée aisément par un homme; aussi cet appareil convient-il particulièrement pour les travaux d'exploration.



Le troisième type de perforateur présenté par l'« Edison General Electric C° » est un perforateur rotatif à grande vitesse pourvu d'un couteau solide en acier et destiné aux mines houillères ou analogues.

La locomotive électrique de mine, les treuils, pompes, ventilateurs, broyeurs, etc., mus par l'électricité ont fait leurs preuves déjà. L'affinage électrique des métaux et notamment du cuivre constitue une autre application extrêmement intéressante pour le mineur. La plupart des installations faites dans ce but aux Etats-Unis ont été établies par la Compagnie Edison, et les résultats obtenus sont des plus satisfaisants à tous les points de vue.

Du reste la transmission de l'énergie à grande distance est un problème dont la solution s'imposera à bref délai dans tous les centres miniers. Ceux-ci sont généralement situés dans des régions montagneuses et il est bien rare qu'on ne puisse pas trouver à quelques milles de distance une chute d'eau susceptible de fournir l'énergie nécessaire au fonctionnement de l'exploitation. L'ingénieur des mines aura donc à étudier l'utilisation de ces forces naturelles. Parmi les nombreuses applications, on peut citer les suivantes :

1° Eclairage des galeries et bâtiments par des lampes à arc et à incandescence ;

2° Fonctionnement des machines telles que broyeurs, etc. ;



Résumé de formules pour installations en arc multiple

Conducteurs déterminés d'après les pertes.		GROSSEUR	POIDS	PRIX
Lampes à incandescence. Système à deux fils	Cas général.	$M = \frac{\theta \times D \times 16000}{e \times V \times C}$	$T = \frac{D^2 \times \theta}{V \times e \times C \times 1000}$	$\$ = \frac{D^2 \times \theta \times L}{V \times e \times C \times 1000}$
		$M = \frac{\theta \times D \times W \times 21.5}{e \times V}$	$T = \frac{D^2 \times W \times \theta}{V \times e \times 746000}$	$\$ = \frac{D^2 \times W \times \theta \times L}{V \times e \times 746000}$
	Lampes à 100 v. et 4,66 w. par bougie.	$M = \frac{\theta \times D}{V}$	$T = \frac{D^2 \times \theta}{V \times 16000000}$	$\$ = \frac{D^2 \times \theta \times L}{V \times 16000000}$
	Lampes à 110 v. et 3,1 watts.	$M = \frac{\theta \times D \times 2}{3 \times V}$	$T = \frac{D^2 \times \theta}{V \times 24000000}$	$\$ = \frac{D^2 \times \theta \times L}{V \times 24000000}$
Lampes à incandescence. Système à trois fils.	Cas général.	1/4 des valeurs correspondantes pour le système à deux fils.	1/3 des valeurs correspondantes pour le système à deux fils.	1/3 des valeurs correspondantes pour le système à deux fils.
	Lampes à 100 v. et 4,66 watts.			
	Lampes à 110 v. et 3,1 watts.			
Pour un cas quelcônque.		$M = \frac{A \times D \times 21,5}{V}$	$T = \frac{A \times D^2}{V \times 746}$	$\$ = \frac{A \times D^2 \times L}{V \times 746000}$
Pour force à la poulie du moteur.		$M = \frac{D \times ch.-v. \times 1600}{V \times e \times P}$	$T = \frac{D^2 \times ch.-v.}{V \times e \times 10 \times P}$	$\$ = \frac{D^2 \times ch.-v. \times L}{V \times e \times 1000 \times P}$
Pour dépense minimum d'installation.				$\frac{G \times E \times V}{(E-V)^2} = \frac{G \times p \times 100}{(100-p)^2}$ = dollars par ch.-v. aux conducteurs.
Génératrices pour dépenses minimum de premier établissement.				$\frac{100G}{100-p}$ = dollars par ch.v. fourni aux conducteurs.

NOTA. — Le mil circulaire vaut $0^{mm2},0005$. — Le prix du cuivre, en France, par kilog., serait $\frac{£}{9}$. — Le poids du fil en kg. $\frac{100T}{345}$.

Conducteurs déterminés au point de vue de la température de sécurité.		
Fil de cuivre nu.	15° C	$M = A^{4/3} \times 200$
	35° C	$M = A^{4/3} \times 170$
	45° C	$M = A^{4/3} \times 100$
Fil de cuivre moyennement isolé.	15° C	$M = A^{4/3} \times 150$
	35° C	$M = A^{4/3} \times 100$
Fil de fer nu.	45° C	$M = A^{4/3} \times 328$
Fil maillechort nu.	45° C	$M = A^{4/3} \times 608$

E = force électromotrice de la génér. en volts.
e = tension de transmission.
A = courant en ampères.
c = pouvoir éclairant en bougies des lampes à la force électromotrice normale.
θ = pouvoir éclairant total des lampes, en bougies.
C = bougies par cheval-vapeur anglais électrique à la force électromotrice normale.
M = section du fil en mils circulaires.
D = distance moyenne à laquelle le courant est transmis.
V = perte de tension en volts dans les conducteurs.
\$ = prix en dollars.
L = prix du cuivre en cents par livre anglaise.
W = watts par bougie.
T = poids du fil en livres.
P = rendement.
p = perte pour cent dans les conducteurs.
G = prix de la génératrice par cheval-vapeur anglais fourni aux conducteurs.

3° Fonctionnement des perforateurs;
4° Treuils;
5° Pompes;
6° Ventilateurs;
7° Tramway électrique dans la mine;
8° Chauffage des bâtiments quand le combustible est rare;
9° Affinage du cuivre; dorure et argenture galvaniques dans certains cas;
10° Concentration des minerais magnétiques tels que ceux de fer, de nickel, etc.

Pour fixer les idées, je prendrai un exemple pour lequel j'établirai devant vous les dépenses d'installation et d'exploitation. Supposons une mine dans laquelle nous aurons:

300 lampes à incandescence de 16 bougies; 10 lampes à arc; un treuil de 30 chevaux; 1 pompe de 20 chevaux; 6 perforateurs à percussion pour le perforage de trous de 0,037 m de diamètre à raison de 0,075 m par minute; 2 perforateurs à diamant, trous de 0,031 m avec noyau de 0,020 m et 0,05 m par minute; 1 locomotive de 10 chevaux; avec une machinerie dépensant 30 chevaux et admettons que le chauffage exige 10 chevaux-vapeur.

L'énergie totale nécessaire serait de 180 chevaux à fournir par les moteurs principaux. Supposons qu'il existe à 4,8 km de là, une chute d'eau pouvant donner, avec des roues hydrauliques, 300 chevaux avec une dépense de 75 000 fr. Pour transmettre cette énergie par l'électricité, nous déterminerons d'abord la perte que nous consentons sur les conducteurs et nous en déduirons la tension à laquelle devra s'effectuer la transmission.

Les installations de ce genre sont régies par des lois fixes en ce qui touche les conditions d'économie; j'ai étudié cette question depuis quelques années et suis arrivé à des formules exprimant ces lois. Ce sont ces formules que donne sous forme résumée le tableau ci-joint. Les lois régissant les conditions de dépense minimum de premier établissement sont traduites graphiquement sur la figure ci-dessus.

Il peut être intéressant de noter en passant un fait qui vous frappera à l'examen des formules, c'est que la dépense pour les conducteurs dépend seulement de la force électromotrice initiale et de la distance. Ainsi dans les conditions de la pratique actuelle, si nous opérons avec une force électromotrice de 2 000 volts à une distance de 8 km, la dépense minimum de premier établissement sera réalisée en admettant une perte de 20 0/0 dans les conducteurs. Le prix du cuivre à 2,22 fr le kilo par chaque cheval-vapeur d'énergie délivré aux balais du moteur serait, dans ces conditions, de 35,35 fr. Cette simple mais invariable loi qui découle des formules ci-jointes vous sera d'un grand secours dans l'examen des questions de transmission électrique.

Les formules montrent également que pour une perte pour cent donnée, la tension à adopter varie avec la distance. Ainsi, pour une perte de 20 0/0, le prix du cuivre étant 56 fr. par cheval-vapeur aux balais du moteur, la force électromotrice nécessaire pour une transmission de 4,875 km serait de 1 500 volts; à 9,750 km on devrait se servir d'un courant à 3 000 volts et, au contraire à 2,438 km, d'un courant à 750 volts.

Pour assurer les 160 chevaux nécessaires pour la mine qui nous sert d'exemple, nous devrons amener 200 chevaux-vapeurs à notre moteur principal. Avec 25 0/0 de perte dans les conducteurs cela donnera 266 chevaux à la génératrice. Pour plus de facilité nous prendrons deux génératrices de 133 chevaux chacune; à la mine, il y aura deux moteurs principaux de 90 chevaux établis pour 900 volts et 83 ampères et fournissant un total de 180 chevaux pour le fonctionnement des divers appareils et l'alimentation d'une dynamo de 250 volts et 300 ampères desservant à son tour le réseau d'éclairage, la locomotive, les treuils, etc.

Les formules du tableau nous montrent que, pour transmettre 180 chevaux-vapeur à 4,8 km avec une perte de 25 0/0 et une tension initiale de 1 200 volts, il faut employer un fil de 95 mm² de section; ce fil a un diamètre de 0,011 m. D'autres formules nous donnent immédiatement le poids du cuivre 9 000 kg et son prix 20 000 fr. et viennent contrôler les résultats précédents et témoigner de l'exactitude des calculs.

Nous pourrons donc établir comme suit notre devis:

Estimation de la dépense pour transmission d'une énergie de 130 chevaux-vapeur à une distance de 4,8 km avec une perte de 25 0/0 dans les conducteurs:

	DOLLARS	FRANCS
Travaux à la chute d'eau et installations des roues hydrauliques de 390 chevaux-vapeur	15 000	75 000
2 génératrices de chacune 100 kilowatts (1 200 v. et 83 amp.) à 36 dollars par kilowatt	7 200	36 000
2 moteurs de 75 kw. chacun (900 v. 83 amp.) à 36 dollars par kw	5 400	27 000
Cuivre 32 000 pieds (9,750 k) n° 000 B. W. G.	4 000	20 000
Génératrice pour 6 perforateurs	2 000	10 000
Génératrice de 250 v.-300 amp., 75 kw à 36 dollars par kw	2 700	13 500
6 perforateurs électriques à percussion	3 300	16 500
2 perforateurs électriques à diamant	1 100	5 500
360 lampes à incandescence et accessoires	360	1 800
10 lampes à arc	220	1 100
1 treuil de 30 kilowatts	2 255	11 275
1 pompe de 20 kilowatts	1 595	7 975
1 locomotive de 10 kilowatts	1 815	9 075
Chauffeurs de 10 kw	600	3 000
Conducteurs pour les transmissions secondaires	1 000	5 000
Main d'œuvre d'installations	3 000	15 000
Poteaux	455	2 275
Transports et dépenses diverses	1 000	5 000
Total	53 000	265 000

Les dépenses d'exploitation se composent surtout des salaires du personnel à l'usine hydraulique et à la mine, il faut y ajouter 5 0/0 environ du capital de premier établissement pour dépréciation et entretien de l'installation, de sorte qu'on aura :

Premier mécanicien..	900	dollars p. an	(4 500 fr.)
Second mécanicien...	600	—	(3 000 fr.)
Dépréciation et entretien 5 0/0 sur 53 000 d..	2 650		(13 250 fr.)
Dépenses diverses....	250		(1 250 fr.)
	4 400		(22 000 fr.)

En admettant que le prix du charbon soit de 2 dollars la tonne (10 fr les 1 000 kg) et que le salaire des mécaniciens soit de 2 dollars par jour, la production de la même force, au moyen de la vapeur, exigerait une dépense double, sans compter que, dans beaucoup de cas, la situation des mines rend leur approvisionnement en eau et en combustible très difficile. L. F.

(*Association of Mining Engineers of the Province of Quebec*, 29 *avril* 1891).

CHRONIQUE

Congrès international des électriciens en 1893. — Plusieurs journaux des États-Unis consacrent des articles spéciaux à un projet de grande conférence internationale des électriciens qui aurait lieu à Chicago en 1893, lors de l'Exposition.

La presse technique belge. — Trois journaux techniques belges, l'*Ingénieur-Conseil*, l'*Industrie moderne* et *Industria*, viennent de fusionner.

Depuis le 1er octobre ils sont réunis en une seule publication qui prend le titre de l'*Industrie*. Nous souhaitons bon succès à ce nouveau confrère.

Programme de la Société hollandaise des Sciences, à Harlem. — Parmi les questions mises au concours par cette Société et sur lesquelles des mémoires peuvent lui être adressés jusqu'au 1er janvier 1893, figure la suivante :

Après les recherches de Hertz, il est devenu très important de connaître la durée des vibrations électriques qui peuvent avoir lieu dans des conducteurs de différentes formes. La Société demande, en conséquence, que cette durée soit déduite, pour quelques cas, des équations du mouvement, ou bien que les méthodes pouvant conduire à ce but fassent l'objet d'une étude spéciale.

La Société recommande aux concurrents d'abréger autant que possible leurs mémoires, en omettant tout ce qui n'a pas un rapport direct avec la question proposée. Elle désire que la clarté soit unie à la concision et que les propositions bien établies soient nettement distinguées de celles qui reposent sur des fondements moins solides.

Elle rappelle en outre qu'aucun mémoire écrit de la main de l'auteur ne sera admis au concours et que, même une médaille eût-elle été adjugée, la remise n'en pourrait avoir lieu, si la main de l'auteur venait à être reconnue entre temps, dans le travail couronné.

Les plis cachetés des mémoires non couronnés seront détruits sans avoir été ouverts, à moins que le travail présenté ne soit qu'une copie d'ouvrages imprimés, auquel cas le nom de l'auteur sera divulgué.

Tout membre de la Société a le droit de prendre part au concours, à condition que son mémoire, ainsi que le pli, soit marqué de la lettre L.

Le prix offert pour une réponse satisfaisante à chacune des questions proposées consiste, au choix de l'auteur, en une *médaille d'or* frappée au coin ordinaire de la Société et portant le nom de l'auteur et le millésime, ou en une somme de 150 *florins* ; une prime supplémentaire de 150 *florins* pourra être accordée si le mémoire en est jugé digne.

Le concurrent qui remportera le prix ne pourra faire imprimer le mémoire couronné, soit séparément, soit dans quelque autre ouvrage, sans en avoir obtenu l'autorisation expresse de la Société.

Les mémoires écrits lisiblement en *hollandais, français, latin, anglais, italien* ou *allemand* (mais non en caractères allemands), doivent être accompagnés d'un pli cacheté renfermant le nom de l'auteur et envoyés *franco* au secrétaire de la Société, M. J. Bosscha, à Harlem.

Trentième anniversaire de l'invention du téléphone. — Il y aura trente ans, le 26 octobre courant, que Philippe Reis, maître d'école à Fredericksdorff, dans la Hesse Electorale, présenta son téléphone à la Société de Physique de Francfort-sur-le-Mein.

L'invention, tout extraordinaire qu'elle était, ne fut aucunement remarquée. Il y a même une particularité très étrange qui s'est produite depuis et qu'on ne s'explique pas. La communication de Reis était un mémoire très étudié, qui comprenait plus de dix pages du *Compte rendu des*

séances de la Société de Francfort. Or la collection de ces *Comptes rendus* fait partie de la Bibliothèque de la Société royale de Londres et le mémoire de Reis ne figure pas au catalogue des *Scientific Papers* publié par la Société royale. Le nom de Philippe Reis n'est pas même mentionné dans la liste des auteurs.

Dans cet immense travail sont répertoriés plus de cent mille articles ayant paru dans toutes les langues; tous les journaux scientifiques ont été mis à contribution par les auteurs de cette vaste compilation auxquels a précisément échappé le mémoire de Reis qu'ils avaient sous la main. C'est à se demander s'ils ne l'ont pas négligé avec intention.

Les fils télégraphiques en Chine. — En Chine, les fils de toutes les lignes de télégraphes sont souterrains. Un ancien employé de la Compagnie qui construisit la première ligne dans ce pays donne une curieuse explication de cette particularité dans le *Scientific American.*

On connaît le culte des Chinois pour leurs morts : on sait qu'ils n'ont pas de cimetière et que les restes des ancêtres sont enterrés dans le champ de chaque famille. Avec l'extrême densité de la population, cette coutume a ce résultat qu'on ne peut faire dix pas sans rencontrer une tombe.

Quand la construction de la première ligne télégraphique fut commencée, les employés de la Compagnie trouvaient chaque matin une partie des poteaux plantés la veille arrachés ou coupés. La Compagnie, naturellement, se plaignit aux autorités qui ne mirent pas trop de mauvaise grâce à rechercher les coupables. Mais, quand on les eût interrogés et que la cause pour laquelle ils en voulaient aux poteaux fut connue, on ne put faire autrement que de les relâcher. Les poteaux détruits par eux projetaient une ombre sur la place où reposait quelqu'un de leurs ancêtres. Or, dans les idées des Chinois, le passage d'une ombre au-dessus de lui est la plus grande injure que puisse subir un mort.

Après ceci, il ne restait qu'une chose à faire à la Compagnie : poser ses fils sous terre. C'est ce qu'elle fit, et toutes les autres après elle ont fait de même. J.

Conservation des poteaux télégraphiques. — Pour la conservation des poteaux télégraphiques, M. Herman Liebau, de Magdebourg, remplace l'imprégnation extérieure sous pression par l'injection du liquide antiseptique dans un petit canal foré au centre de la partie qui doit être enfoncée dans le sol. L'injection se fait après le placement du poteau, au moyen d'un trou qu'on fore sur le côté et qui va rejoindre le canal central fermé au bas par une cheville.

L'absorption par le bois a lieu de l'intérieur vers l'extérieur et elle commence ainsi par la partie particulièrement sujette à la pourriture. La faible pression due à la colonne liquide renfermée dans l'espace central suffit pour obtenir la pénétration dans toute la section du tronc.

Ce procédé peut être très avantageusement appliqué à tout bois d'œuvre exposé à des alternatives de sécheresse et d'humidité ou soumis à des absorptions de substances azotées, surtout lorsqu'on ne pourra disposer que de bois fraîchement abattu. Il est entendu que le forage du canal central ne doit pas compromettre la résistance des pièces.

(*Revue scientifique.*)

Nouveau câble sous-marin. — Un câble sous-marin sera prochainement établi entre Pernambouc et le Sénégal par une Compagnie anglaise. A moins de difficultés imprévues cette nouvelle ligne télégraphique sera livrée à l'exploitation dans un délai de six mois.

L'éclairage électrique de l'église de Saint-Nazaire. — L'installation d'éclairage électrique faite à l'église paroissiale de Saint-Nazaire se compose de seize lampes à incandescence de dix bougies, de cinquante-deux lampes de seize bougies et de deux grandes lampes à arc pour l'éclairage du chœur. Le courant est fourni par une dynamo de la maison Sautter et Lemonnier; cette dynamo est actionnée par un moteur à gaz système Niel.

Le yacht à vapeur « Strela » du grand-duc Alexis de Russie. — Le magnifique yacht à vapeur *Strela* que vient de construire la Société des Ateliers et Chantiers de la Loire pour le grand-duc Alexis de Russie, est complètement éclairé à l'électricité. Les supports des lampes à incandescence sont disposés pour recevoir, le cas échéant, des lampes à huile ou des bougies. L'installation a été faite par la maison Sautter, Harlé et Cie.

M. Ferranti et le Niagara. — M. Ferranti a obtenu du Gouvernement canadien une concession lui permettant d'exploiter les chutes du Niagara sur la rive canadienne et de les utiliser à la production de l'énergie électrique. La concession accorde à la Compagnie dont M. Ferranti est le représentant le droit de prendre toute l'eau dont elle aura besoin. La prise en amont permettra d'obtenir au plan inférieur une chute de 50 m. Les roues hydrauliques actionneront directement les dynamos de 1 500 chevaux qui seront au début au nombre de cinq. L'importance de l'usine pourra être augmentée ultérieurement.

L'Éditeur-Gérant : Georges CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

2e Série. — Tome II. N° 43 24 Octobre 1891.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

NOUVELLE LAMPE A ARC SYSTÈME PIEPER, MODÈLE S. E.

La nouvelle lampe étudiée et construite par la maison Pieper, de Liège, est un régulateur différentiel, c'est-à-dire que l'équation à laquelle satisfont les écarts et les rapprochements de charbon est :

$$R = \frac{E}{I} = \text{constante}$$

La figure 1 est une vue d'ensemble de la lampe, munie de son enveloppe et de ses accessoires ; la figure 2 représente la perspective du mécanisme et permet de voir les deux tiges qui soutiennent les porte-charbons, inférieur et supérieur. Une cordelette s'enroulant dans la gorge d'une poulie maintient la solidarité des tiges, tout en rendant le point lumineux fixe, si l'on emploie des charbons de diamètres appropriés.

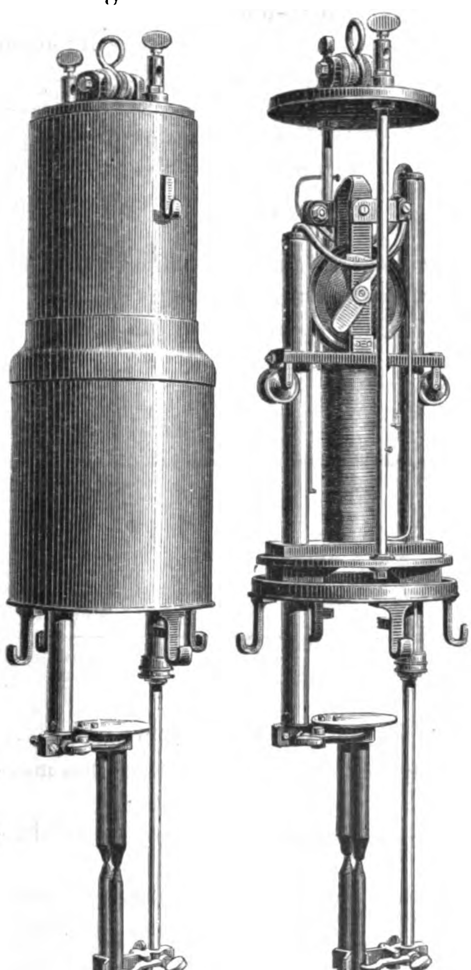


Fig. 1. Fig. 2.

Des galets placés par trois à 120 degrés les uns des autres assurent en haut et en bas le guidage parfait des deux tiges porte-charbons.

Les pièces de la lampe, soumises à des potentiels différents, sont isolées au mica : la masse est également isolée, condition indispensable à la sécurité et au bon fonctionnement, lorsque l'on monte les lampes en série.

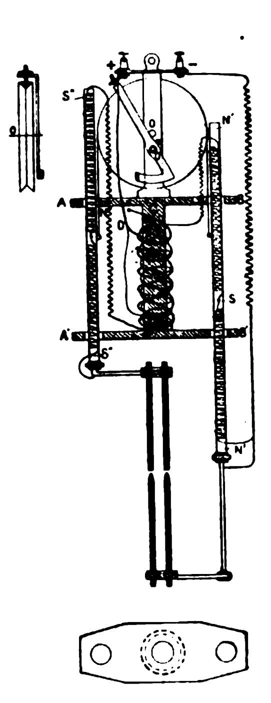


Fig. 3. — Schéma de la lampe. — Frein et pièces polaires.

La figure 3 est un shéma de l'appareil. Les tiges N'N', S"S", qui supportent les charbons, sont en fer doux et passent librement au travers des epanouissements polaires d'un noyau de fer C. Le plan de ces épanouissements est montré au bas de la figure 3.

Celui-ci est recouvert de deux enroulements inverses ; l'un en gros fil est placé en série sur le courant principal, se continuant par l'intermédiaire d'un câble souple, sur la tige S″S″ ; l'autre en fil fin bobiné sur le noyau C et se continuant sur la tige N′N′ est en dérivation sur les bornes de la lampe.

En S′ et N″, les enroulements changent de sens, c'est-à-dire que le flux produit par le courant, engendre des pôles conséquents en ces points.

Ces pôles sont fixes sur chaque tige, et inverses l'un de l'autre ; la course des porte-charbons est réglée de telle sorte que les pôles conséquents S′, N″ ne puissent sortir de l'espace compris entre les épanouissements polaires AB, A′B′.

Les enroulements des tiges mobiles sont entourés d'une chemise métallique, sur laquelle s'effectue le guidage par galets.

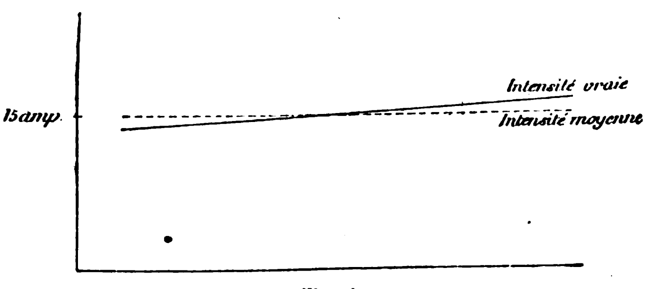


Fig. 4.

Quand la lampe fonctionne à la longueur d'arc pour laquelle elle est réglée, les ampère-tours série et shunt du noyau C se détruisent ; aucun flux ne traverse ce noyau, et les tiges restent immobiles.

Quand le flux produit par l'enroulement série prédomine, les charbons s'éloignent ; ils se rapprochent dès que les ampère-tours en dérivation surpassent ceux en série.

La différence de polarité des points conséquents S′ N″ donne pour les deux tiges mobiles des effets concordants, ce qui double l'effort électro-magnétique.

L'allumage se produit que les charbons soient ou non préalablement au contact ; et on peut s'assurer de la bonne marche de la lampe en approchant des épanouissements polaires AB, A′B′ un morceau de fer doux. Quand l'arc est normal, il n'y a pas trace d'aimantation.

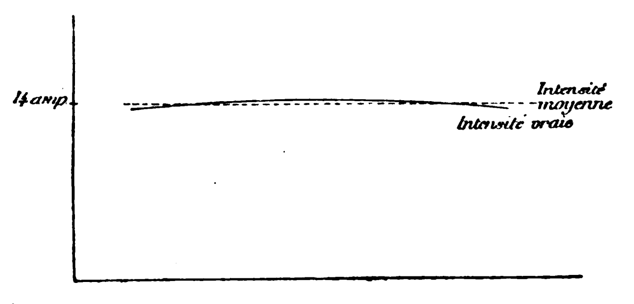


Fig. 5.

Afin d'obtenir une position immédiate et stable de l'écart des charbons, c'est-à-dire d'éviter le « pompage », la roue à gorge est munie d'un frein équilibré. Ce frein est excentré ; son point de suspension O′ est variable et toujours différent du centre O de la roue. Quand celle-ci tourne dans le sens de la flèche (rapprochement) le frein n'entrave aucunement son mouvement.

Lors du recul, ce frein commence à agir dès que la longueur d'arc normal est obtenue, et son action est pour ainsi dire instantanée.

En résumé, la lampe, une fois réglée, n'est soumise à aucune cause de dérangement.

Il est intéressant de signaler la façon dont l'égalisation des ampère-tours est obtenue sur le noyau C.

L'enroulement shunt est placé sous l'enroulement série.

On fait fonctionner la lampe pendant un certain temps, de façon à l'échauffer : la longueur d'arc désirée est obtenue par la position du centre O′ du frein.

On promène alors l'extrémité D du fil souple sur la dernière couche du fil série, en

piquant ces spires à travers le guipage ; on s'arrête et on soude lorsque l'arc est bon et que les pièces polaires AB, A'B' ne présentent plus trace d'aimantation. Lors de l'installation de la lampe, il n'y a rien à modifier dans son réglage, il suffit d'agir sur le rhéostat.

La totalité de la course utile est exactement le double de la distance AA' des pièces polaires, et, pour diminuer la hauteur de l'appareil, les tiges sont suspendues aux points S', N″ ; on regagne ainsi la hauteur de la poulie à gorge.

Grâce à la rapidité de l'allumage et à l'écart possible à tout instant, on a pu doubler la durée de marche, en mettant deux charbons parallèles, à chaque pince. Au moment du premier allumage, une seule paire de crayons est au contact ; quand l'usure de celle-ci est telle que les autres crayons arrivent à se toucher, c'est entre ces derniers que l'arc se reforme, passant ainsi d'une paire à l'autre chaque fois qu'une longueur de charbons égale à celle de l'arc se trouve consumée. Il est presque impossible de saisir ce changement d'arc à la vue, et même à l'ampèremètre.

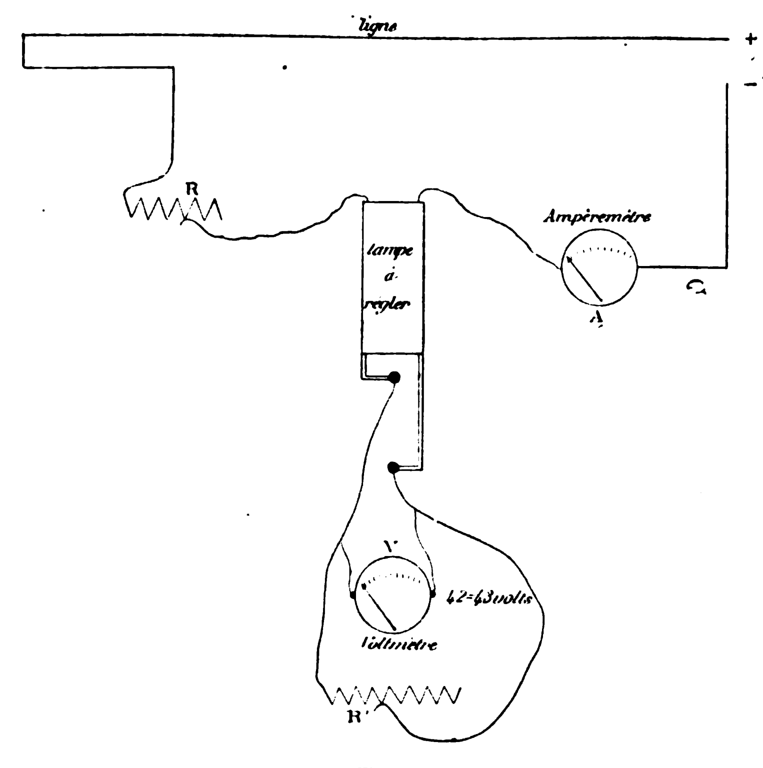


Fig. 6.

Rien n'empêcherait d'employer trois paires de charbons, triplant ainsi la durée de l'éclairage avec une lampe de course donnée, et sans aucune complication du mécanisme.

Il existe, à notre connaissance, bien peu de lampes susceptibles de se prêter à cette modification : beaucoup de régulateurs, donnant d'excellents résultats lorsqu'ils sont munis d'une seule paire de charbons, ont une marche déplorable dès que l'on essaie de les munir de deux paires de crayons.

Signalons en passant l'atténuation apportée dans la lampe Piepper S. E. à un défaut inhérent aux lampes différentielles en général.

On sait que le réglage de ces appareils ne se maintient pas constant pendant toute la course des charbons. Cette inégalité tient à la variation d'enfoncement des noyaux mobiles dans leurs solénoïdes.

On a bien essayé de parer à cet inconvénient en donnant aux tiges de fer la forme de fuseaux ; mais les résultats obtenus sont très incomplets, ce qui tient à ce fait que les parties rétrécies des noyaux travaillent à une induction spécifique très élevée. Le fer des noyaux est donc saturé rapidement, et la sensibilité dès lors fortement affaiblie.

Dans la lampe S. E, au contraire, la résistance du circuit magnétique est constante,

et l'on a pu conserver la forme cylindrique aux tiges mobiles. Le champ magnétique produit dans le noyau C (*fig.* 3) traverse les tiges et le flux est maximum dans le plan x, y, équidistant des épanouissements polaires. Comme la position des pôles conséquents S', N'' est variable, l'effet exercé sur ceux-ci par le noyau C est aussi variable.

Au commencement et à la fin de la course, il est le même ; cet effort est maximum lorsque les pôles N', S'' sont dans le plan x, y.

Quoi qu'il en soit, et grâce à la faible résistance magnétique du circuit fer, c'est à peine si l'ampèremètre enregistreur permet de constater une variation dans l'intensité pendant une course complète des porte-charbons.

Dans les lampes du genre Pilsen, par exemple, cette variation du réglage est très nette et va en augmentant depuis le commencement jusqu'à la fin de la course.

Les deux courbes ci-dessus montrent l'allure générale du phénomène. La courbe figure 4 se rapporte à une lampe Pilsen de 15 ampères, la courbe figure 5 à une lampe Pieper S. E. de 14 ampères.

La Compagnie du chemin de fer du Nord a mis en service dans ses gares plusieurs centaines de ces lampes, et l'on est très satisfait de leur fonctionnement par deux en tension.

En terminant nous faisons connaître le procédé de réglage actuellement suivi ; il évite les tâtonnements et est très rapide.

Nous avons dit qu'il suffisait de régler le rhéostat d'arc, la lampe étant livrée toute prête à fonctionner à l'intensité déterminée par le constructeur.

On place la lampe sans charbons sur un circuit d'essai comprenant un ampèremètre A (fig. 6), le rhéostat variable R et la ligne.

Les porte-charbons sont reliés à un rhéostat variable R' qui remplace la résistance de l'arc ; un voltmètre V est placé en dérivation sur ce rhéostat.

Le courant étant mis sur la ligne, on fait varier le rhéostat R' de telle façon que le voltmètre indique 42 à 43 volts ; à ce moment l'ampèremètre indique une intensité quelconque. On laisse alors R' fixe et on fait varier le rhéostat d'arc R en amenant l'intensité à la valeur indiquée ; il ne reste plus qu'à installer la lampe à sa place et à remplacer le rhéostat R' par les charbons ; le réglage est effectué sans la moindre incertitude et en quelques minutes.

M. Aliamet.

LES TABLEAUX TÉLÉPHONIQUES " STANDARD "

(*suite et fin*[1])

Les différents organes étant connus, il nous reste à examiner le montage général du tableau. Nous nous bornerons à figurer les annonciateurs et les conjoncteurs situés aux extrémités de chaque rangée, la même disposition se répétant pour tous les intermédiaires.

Le fil de ligne n° 1 (fig. 12) aboutit à la lame *a* du conjoncteur de ligne n° 1, la lame *b* est reliée à l'entrée des bobines de l'annonciateur d'appel n° 1, la sortie est à la terre ainsi que l'axe du volet. La goupille *p* de chacun des annonciateurs est réunie à l'une des bornes d'une sonnerie S dont l'autre borne communique avec l'un des pôles d'une pile P, cette dernière ayant son autre pôle à la terre.

Les conjoncteurs d'intercommunication reçoivent de même en *a* les lignes les reliant à d'autres tableaux.

[1] Voir n° 42, page 261.



Les bagues métalliques *c*, qui garnissent le fond des godets de repos des fiches, sont à la terre.

Le fil souple de la fiche *f* est réuni au ressort *d* du commutateur situé en regard ; le

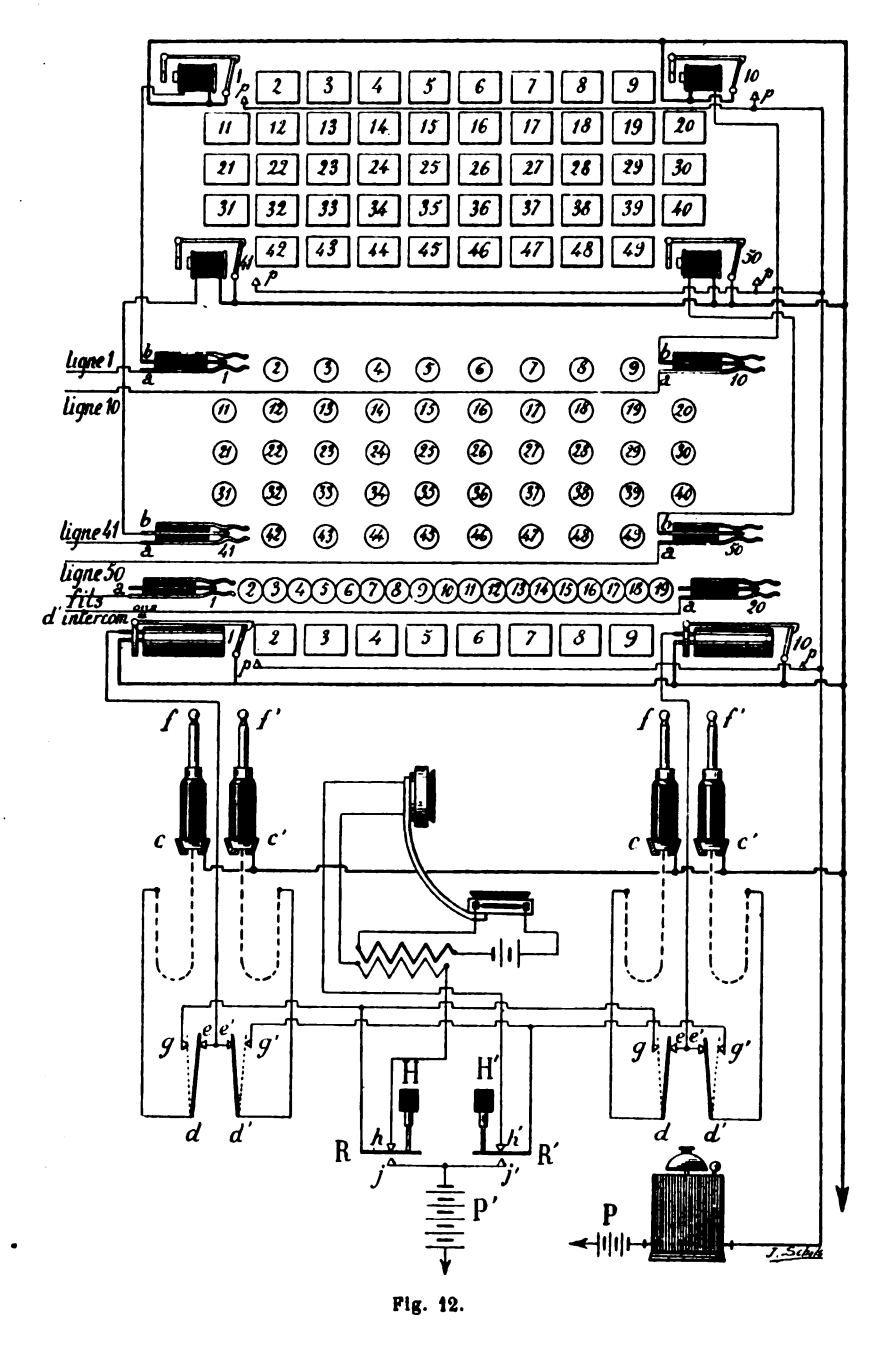


Fig. 12.

fil souple de la fiche *f'* appartenant à la même paire est réuni au ressort *d'* du même commutateur.

Les contacts *e*, *e'* sont reliés entre eux dans chaque commutateur et aussi à l'entrée du fil de la bobine de l'annonciateur de fin de conversation situé en regard ; la sortie est à

la terre, ainsi que l'axe du volet. La goupille *p* communique avec la sonnerie et la pile P, de même que dans les annonciateurs d'appel.

Les contacts *g* sont tous reliés ensemble et avec le ressort R de la clé d'appel H ; les contacts *g'* sont également tous reliés ensemble et aussi avec le ressort R' de la clé d'appel H'.

Le contact de repos *h* de la clé d'appel H communique avec le fil fin ou secondaire de la bobine d'induction du poste d'opérateur, l'autre extrémité de ce fil étant reliée au téléphone récepteur ; le contact *h'* de la clé d'appel H' est relié à la borne libre du téléphone récepteur. Le circuit primaire du poste est constitué, comme d'habitude, par une pile, un microphone et le gros fil de la bobine d'induction.

Enfin, les contacts de travail *j*, *j'* des deux clés d'appel sont en relation avec le pôle positif d'une pile P' dont le pôle négatif est à la terre.

Supposons que l'abonné n° 41 appelle (fig. 12) : le courant qu'il envoie sur la ligne arrive au tableau par le conjoncteur n° 41, passe par les bobines de l'annonciateur n° 41 et se perd à la terre. L'armature de l'annonciateur est attirée, le volet tombe en laissant voir le numéro de l'abonné appelant. Dans sa chute, le volet rencontre la goupille *p*, met cette goupille en relation avec la terre par l'intermédiaire de la sonnerie, si on a jugé opportun d'en faire usage.

La téléphoniste de service se met aussitôt en relation avec l'abonné appelant; pour cela, elle introduit la fiche *f* dans le conjoncteur n° 41 et tire à elle le levier du commutateur situé en face de la fiche utilisée.

Cette double opération a pour résultat de mettre l'annonciateur d'appel hors du circuit et d'y introduire le poste d'opérateur, ainsi que la clé d'appel.

Si l'opération a été conduite vivement, il est inutile de rappeler l'abonné et comme, dans l'intérêt même du service, les conversations doivent être aussi courtes que possible, la téléphoniste se contente de dire à l'abonné appelant : *quel numéro ?* Celui-ci devra répondre par la simple indication du numéro de l'abonné auquel il désire parler : le n° 10 par exemple.

Si un certain laps de temps s'est écoulé entre la chute du volet de l'annonciateur n° 41 et l'introduction de la fiche dans le conjoncteur, il faut bien admettre que l'abonné n'aura pas conservé le téléphone à l'oreille et la téléphoniste devra le rappeler. Pour cela, elle appuiera sur la clé de gauche H. Il est aisé de voir que le courant de la pile d'appel P' se rendra sur la ligne par le commutateur, la fiche et le conjoncteur n° 41.

Dès que le numéro de l'abonné appelé (n° 10) est connu, la seconde fiche (de la même paire) *f'*, est introduite dans le conjoncteur n° 10. La téléphoniste presse sur la clé de droite H' et appelle de la sorte l'abonné n° 10 ; elle n'a plus alors qu'à relever le volet de l'annonciateur d'appel n° 41, puis à se retirer pour laisser causer les deux abonnés et vaquer à d'autres occupations ; à cet effet, elle repousse le levier du commutateur ; les ressorts *d*, *d'* viennent presser les contacts *e*, *e'*, et l'annonciateur de fin de conversation situé en regard de la paire de fiches employée se trouve en dérivation sur les lignes n° 10 et 41 réunies. La chute du volet de cet annonciateur indique que la conversation est terminée ; il ne reste plus qu'à enlever les fiches et à relever le volet.

Standard monté pour ligne double. — Ainsi que nous l'avons dit, plusieurs organes du *Standard* pour ligne bifilaire sont identiques à ceux des tableaux pour lignes simples ; d'autres, peu différents quant à la forme, sont cependant montés tout autrement.

En abrégeant autant que possible, nous allons reprendre notre étude dans le même ordre que lorsqu'il s'est agi du *Standard* à simple fil.

La charpente de la fiche (fig. 13) est un cylindre de laiton creusé dans toute son étendue. Une pièce en fer, isolée par de l'ébonite, traverse toute la partie de la fiche qui doit s'engager dans le conjoncteur ; cette pièce se termine par un bouton en laiton, elle reçoit



l'un des fils de ligne. Le second fil de ligne s'attache au cylindre de laiton. Un évidement est ménagé vers le milieu de ce cylindre pour permettre de serrer les vis qui maintiennent les deux fils de ligne. Comme dans la fiche à simple fil, la partie dans laquelle sont introduits les fils est taraudée et le cordon souple, à deux conducteurs, se visse à l'intérieur; les extrémités de ces conducteurs sont dénudées et arrêtées sous les vis disposées à cet effet. Un manchon isolant recouvre la portion de fiche que la téléphoniste doit tenir à la main. La forme de cette fiche est la même que celle de la fiche à simple fil; seulement ici, l'un des conducteurs aboutit à la tige, et l'autre, au bouton; une rondelle d'ébonite les isole l'un de l'autre.

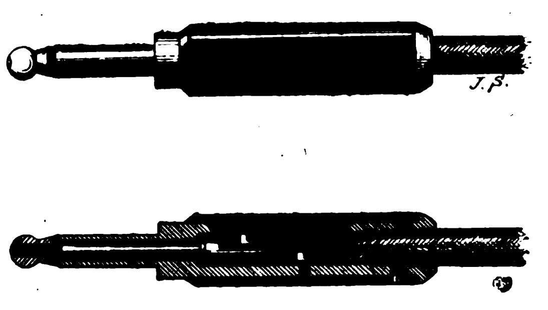


Fig. 13.

Le fond du godet de repos de la fiche n'est plus garni d'une bague métallique; l'introduction de la fiche dans ce godet ne donne lieu à aucune communication électrique. Le cordon souple est suspendu et attaché comme le montrent les figures 3, 4 et 5 ; mais chacun des conducteurs a, bien entendu, un point d'attache distinct, n'ayant aucune relation électrique avec son voisin.

Les conjoncteurs ne diffèrent de ceux de la figure 6 que par l'adjonction d'une queue à la tige *aa* ; cette queue reçoit l'un des fils de ligne, tandis que l'autre est attaché au ressort *c*, l'annonciateur d'appel restant relié à la lame *b*. On voit que, de la sorte, l'un des fils de ligne communique avec le canon A du conjoncteur et l'autre avec le ressort *c*.

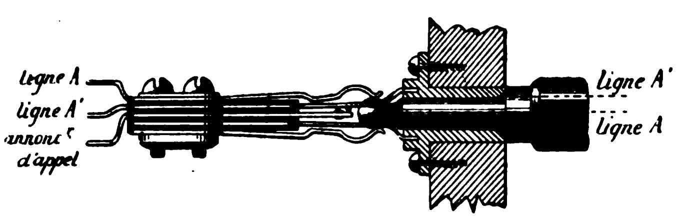


Fig. 14.

La figure 14 montre d'ailleurs comment les communications de la ligne double sont installées lorsque la fiche est enfoncée dans le conjoncteur.

Les annonciateurs d'appel, les annonciateurs de fin de conversation, les commutateurs sont pareils à ceux des tableaux à simple fil ; les conjoncteurs d'intercommunication ne diffèrent pas de ceux que nous venons de décrire.

Les clés d'appel sont disposées par paires, et il y en a autant de paires que de commutateurs, c'est-à-dire dix pour chaque tableau ; c'est du moins ce qui existe sur les premiers tableaux installés sur le réseau.

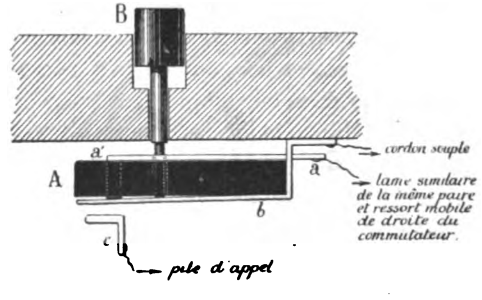


Fig. 15.

La cheville B (fig. 15) traverse non seulement la planchette du tableau, mais aussi le bloc d'ébonite A, et repose sur le ressort *b*. Au-dessus du bloc, une lame *a* pénètre dans l'ébonite et fait saillie en *a'*; c'est le contact de repos; le ressort *b* vient le toucher tant que la cheville B n'est pas abaissée. Au-dessous du ressort *b*, une réglette en laiton court tout le long de la table ; c'est le contact de travail commun à toutes les clés et auquel

aboutit le fil de pile. Dans chaque paire de clés, les deux lames *a*, *a'* sont reliées ensemble. Le ressort *b* communique avec l'un des conducteurs du cordon souple d'une fiche.

Le montage général des tableaux à double fil (fig. 16) ne diffère guère de celui des

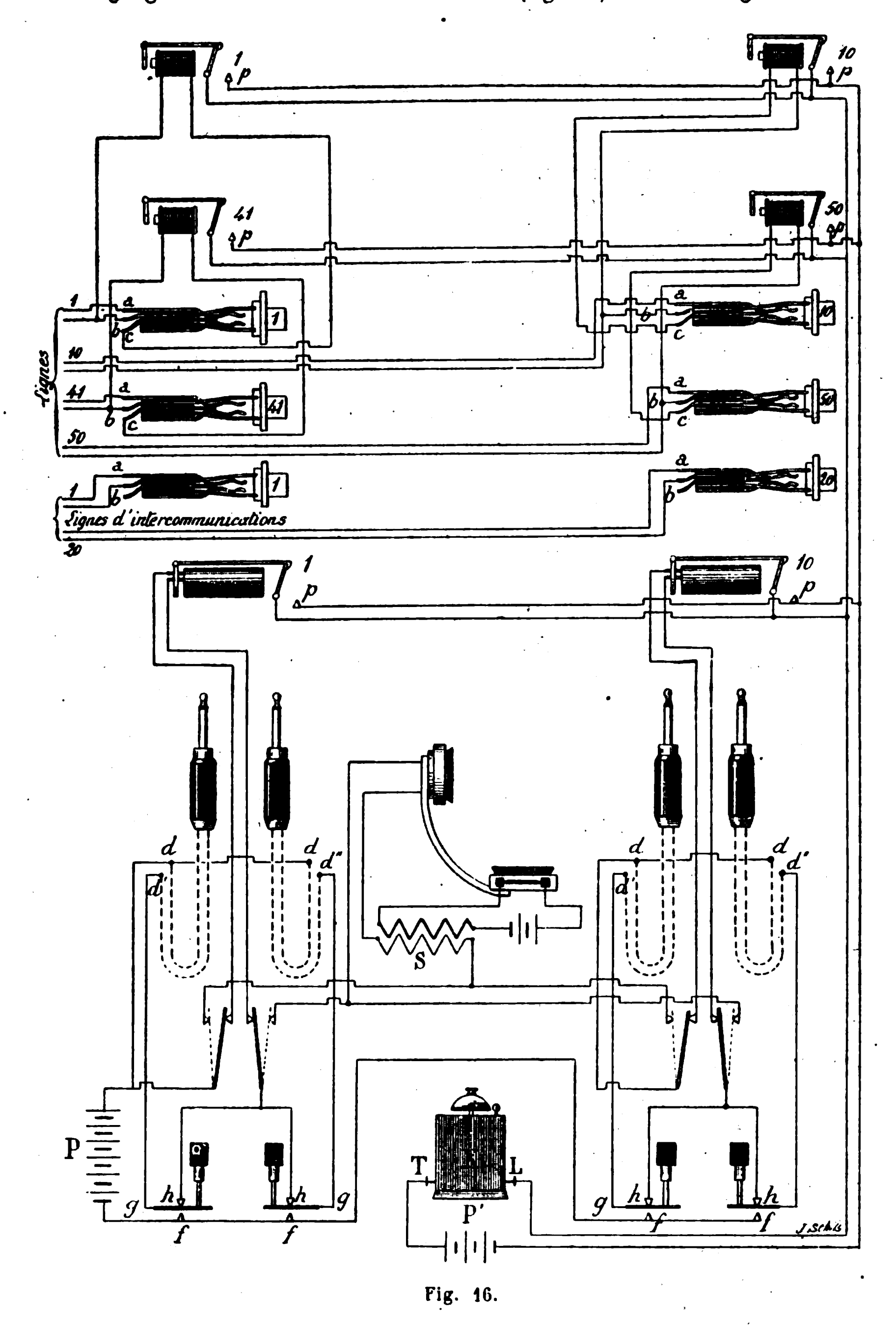


Fig. 16.

tableaux à simple fil que dans les dispositions speciales imposées par la substitution des fils de retour au fil de terre et, notamment, dans l'emploi d'un nombre de clés d'appel égal à celui des commutateurs.

Le ressort *a* de chaque conjoncteur reçoit le fil de ligne ; à la lame *b* est attaché le

fil de retour avec dérivation sur l'annonciateur d'appel ; la sortie des bobines dudit annonciateur est reliée à la lame centrale *c*.

Lorsque la fiche est introduite dans le conjoncteur, elle prend communication : 1° avec la ligne principale par le ressort *a* du conjoncteur et par le conducteur central de la fiche ; 2° avec le fil de retour par la lame *b*, le canon du conjoncteur et le conducteur latéral de la fiche ; la séparation du ressort *a* et de la lame *b* entraîne la mise hors du circuit de l'annonciateur d'appel. Dans cette position, le fil de ligne est relié au conducteur *d* du cordon souple, le fil de retour au conducteur *d'*. Le conducteur *d* correspond avec le ressort mobile *e* du commutateur et aussi avec le pôle négatif de la pile d'appel dont le pôle positif aboutit à la réglette métallique représentée dans notre figure par les contacts *f*, *f*, *f*...; en outre, dans chaque paire de fiches, les conducteurs *d* sont reliés ensemble. Les conducteurs *d'*, *d''* sont respectivement unis aux ressorts *g*, *g* des clés d'appel. Les contacts de repos *h*, *h* de ces clés, reliés ensemble, sont rattachés au ressort mobile du commutateur correspondant. Les deux contacts intérieurs sont réunis au fil de la bobine de l'annonciateur de fin de conversation. Les deux contacts extérieurs sont tous réunis au fil fin secondaire S du poste d'opérateur, et le téléphone récepteur est interposé dans ce circuit. Enfin, tous les volets des annonciateurs sont reliés à la borne L de la sonnerie X, tandis que toutes les goupilles *p* sont rattachées au pôle positif d'une pile P' dont le pôle négatif est réuni à la borne T de la sonnerie.

La téléphoniste de service établit les communications entre abonnés comme s'il s'agissait d'un tableau pour ligne simple. L'abonné 10 appelle : le volet de son annonciateur tombe ; une fiche est introduite dans le conjoncteur 10, le levier du commutateur placé en regard de cette fiche est porté en avant, l'opérateur est en relation avec l'abonné, l'annonciateur 10 est hors circuit. L'abonné 10 demande l'abonné 50 : la seconde fiche de la même paire est introduite dans le conjoncteur n° 50 ; en abaissant la clé on avertit l'abonné appelé, le levier du commutateur est rejeté en arrière et les deux correspondants sont en communication directe avec un annonciateur de fin de conversation embroché entre les deux lignes ; la chute du volet de cet annonciateur, provoquée par l'envoi d'un courant par l'un ou l'autre des abonnés, indiquera que la conversation est terminée et que la ligne est libre. Les fiches seront alors retirées des conjoncteurs et le volet de l'annonciateur relevé.

Il est presque superflu de dire qu'avec les tableaux *Standard*, la source d'électricité servant aux appels peut être tout aussi bien une petite machine magnéto-électrique qu'une pile.

Sur la face postérieure du tableau, une série de petites équerres permettent de souder les fils de ligne et toutes les autres communications extérieures ; il n'y a d'ailleurs pas d'erreur possible car des indications précises font connaître que tel conducteur doit être soudé à telle ou telle équerre.

Dans les tableaux *Standard* à double fil de construction récente, on a ramené à deux le nombre des clés d'appel. Cette réduction a conduit à des modifications assez importantes dans les commutateurs et dans l'ensemble du montage.

Rien n'est changé aux conjoncteurs ni aux annonciateurs. Dans les commutateurs, un ressort et un contact supplémentaires ont été ajoutés ; la figure 17 montre cette nouvelle disposition.

Le ressort additionnel *d* est isolé des ressorts *a a* par une rondelle d'ébonite *i* ; mais, dans les déplacements du levier A, il est entraîné et, lorsque les ressorts *aa* butent contre les contacts *b*, *b*, le ressort *d* rencontre le contact *f*.

Le ressort *a* inférieur est relié à un des conducteurs du cordon souple de la fiche F' ; le ressort *a* supérieur est réuni à l'un des conducteurs du cordon souple de la fiche F. Les conducteurs restés libres dans les cordons des fiches F, F' sont reliés tous les deux au

ressort *d* qui communique aussi avec l'annonciateur de fin de conversation. L'un des bouts du fil de la bobine de cet annonciateur est en effet attaché au ressort *d* tandis que l'autre bout correspond aux contacts *c*.

Les contacts *b* inférieurs de tous les commutateurs sont réunis au massif *h* de la clé de gauche; les contacts *b* supérieurs sont tous réunis au massif *h'* de la clé de droite. Les plots de repos des deux clés sont reliés au circuit secondaire de l'appareil d'opérateur, circuit qui aboutit au contact *f*. Les plots de travail des deux clés sont reliés au pôle posi-

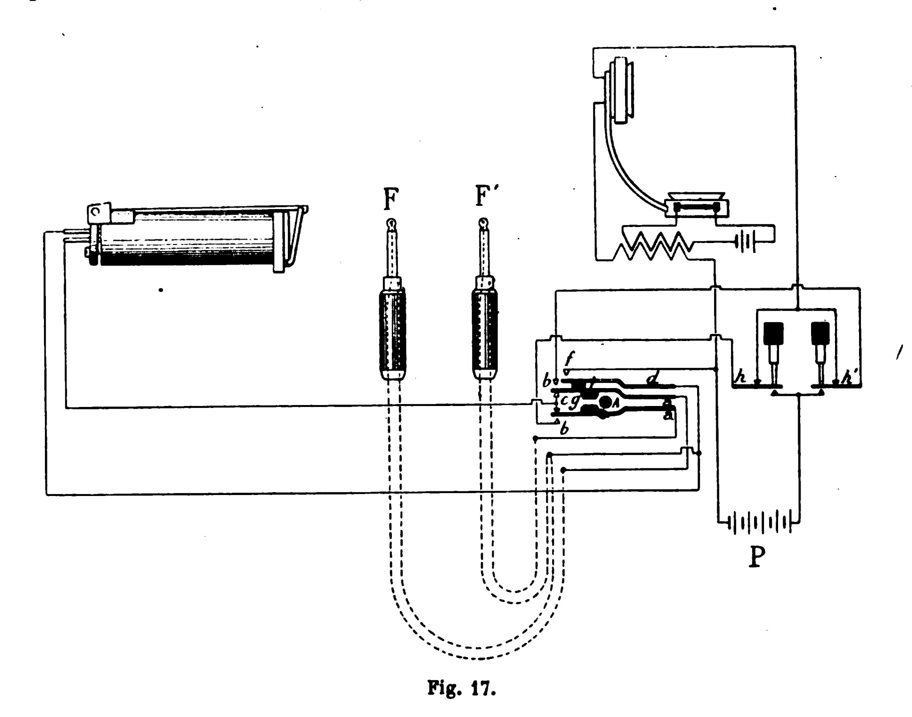


Fig. 17.

tif de la pile d'appel P, dont le pôle négatif est relié au contact *f*. Le circuit primaire de l'appareil d'opérateur est constitué comme à l'ordinaire.

On voit aisément, sur la figure 17, que tous les commutateurs réunis aux fiches sont normalement en relation avec les annonciateurs de fin de conversation et que les clés d'appel sont isolées.

Lorsqu'on déplace le levier A de l'un des commutateurs, les trois ressorts s'écartent et rencontrent les contacts extérieurs *b*,*b*, *f*; l'annonciateur de fin de conversation est alors isolé en *cc* et les clés d'appel ainsi que le poste d'opérateur sont en relation avec le commutateur manœuvré, tous les autres commutateurs restant en dehors du circuit d'appel. En appuyant sur l'une ou l'autre des clés d'appel, on envoie le courant sur la ligne reliée à la fiche F ou bien sur celle qui aboutit à la fiche F' en admettant, bien entendu, que ces fiches soient engagées dans des conjoncteurs de ligne.

L. Montillot.



REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Le rôle du bioxyde de manganèse dans les piles du type Leclanché

Le rôle du bioxyde de manganèse dans les piles du type Leclanché n'est pas encore connu d'une façon précise. M. Eugène Obach a fait à ce sujet, il y a environ un an, une série d'expériences qui, si elles ne tranchent pas la question, font au moins ressortir quelques faits intéressants, en ce qui touche la part que prend le bioxyde dans la dépolarisation de l'élément.

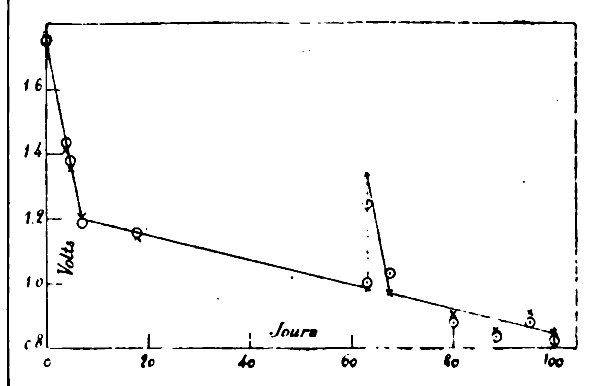
Nous reproduisons, d'après le *Telegraphic Journal and Electrical Review*, les résultats de ces expériences.

M. Obach a pris deux sortes de bioxyde de manganèse, dont les prix étaient comme 1 est à 2 environ; il en a prélevé des échantillons qu'il a soumis à l'analyse. Le n° 1 contenait 87,5 0/0 de bioxyde de manganèse, soit 16,09 0/0 d'oxygène utile. Le n° 2 contenait 84,6 0/0 de bioxyde, soit 15,55 0/0 d'oxygène utile. Deux séries de trois éléments Leclanché, du type ordinaire et de dimensions moyennes, furent garnies avec les deux sortes de bioxyde, mélangé avec du charbon de cornue concassé, et chargées avec la solution ordinaire de chlorhydrate d'ammoniaque. Chacun des éléments fut fermé sur une résistance de 100 ohms; sa force électromotrice et sa résistance furent mesurées de temps en temps. Ces mesures ont montré que les trois éléments de chaque espèce étaient pratiquement semblables et aussi qu'il n'y avait pour ainsi dire aucune différence entre les résultats fournis par les deux sortes de bioxyde.

La courbe ci-dessous montre la chute de force électromotrice avec le temps. Les croix se rapportent au manganèse n° 1, et les cercles au manganèse n° 2. Chaque point est la moyenne des trois éléments.

Après 63 jours, la force électromotrice étant tombée à 1 volt environ, le travail des piles fut interrompu, et le circuit resta ouvert pendant un mois. Pendant ce temps, la force électromotrice remonta d'au moins 25 0/0; mais, lorsque le circuit fut fermé de nouveau, elle ne tarda pas à retomber à la valeur primitive et continua ensuite à descendre comme avant l'interruption, ainsi qu'on le voit sur le diagramme.

Les expériences ont duré 104 jours, au bout desquels la force électromotrice était tombée à la moitié environ de sa valeur initiale. Un élément de chaque série fut alors prélevé, et le contenu d'un vase poreux fut pesé et examiné après avoir pris, naturellement, toutes les précautions nécessaires pour le lavage et le séchage. Il fut facile d'en déduire le poids d'oxygène perdu par le bioxyde; et comme d'autre part on connaissait le débit total de l'élément, et par suite sa consommation totale d'oxygène, on put en déduire le rapport entre l'oxygène total et l'oxygène emprunté au bioxyde. Le n° 1 contenait 304 grammes de bioxyde et 123 grammes de charbon; le n° 2, 138 grammes de bioxyde et 132 grammes de charbon. L'analyse du manganèse des éléments épuisés décela 14,83 0/0 d'oxygène utile dans le n° 1, et 13,18 0/0 dans le n° 2, correspondant respectivement à 80,6 et 71,6 0/0 de bioxyde. L'oxygène emprunté au bioxyde était donc de 4,57 grammes dans le n° 1, et 3,87 grammes dans le n° 2, pendant que l'oxygène total consommé était 7,98 et 8,02 grammes respectivement,



soit environ le double de ce qu'avait fourni le bioxyde.

Il était naturel de penser que le bioxyde qui se trouvait en contact direct avec le charbon pouvait avoir perdu plus d'oxygène que les parties plus éloignées; mais l'analyse vint contredire cette supposition, en décelant la présence de 15,25 0/0 d'oxygène utile dans le n° 1, et 13,70 0/0 dans le n° 2, dans les parties en contact avec le charbon.

Ainsi donc, l'oxygène fourni par le bioxyde ne représente que la moitié de l'oxygène total consommé par la pile. L'autre moitié doit donc être fournie par une autre source, et il est plus que probable que cette source est l'air atmosphérique, emprisonné dans le charbon et le bioxyde, et dissous dans le liquide environnant. La chute rapide de force électromotrice, que l'on observe pendant les premiers jours, est probablement due à la disparition de la plus grande partie de cet oxygène. Pendant la période de repos, cette perte est en partie recouvrée; mais, comme le montre le diagramme, une période d'un mois ne suffit pas pour ramener la force électromotrice à sa valeur première.

La proportion dans laquelle l'oxygène est fourni à l'élément, par le manganèse et par l'air, et qui dans le présent cas est à peu près la même, dépend probablement du régime de décharge, des dimensions de l'élément et de la facilité avec laquelle l'air a accès dans la pile. Si le régime de décharge est très faible, si l'air a un accès facile et si la pile a de fréquents intervalles de repos, il semble très possible que le bioxyde ne fournisse que très peu d'oxygène, la plus grande partie étant empruntée à l'air. Dans ces conditions, le charbon seul peut suffire pour les usages pratiques. Toutefois, et dès le commencement, la force électromotrice d'un élément au charbon seul est notablement plus basse que celle d'un bon élément Leclanché.

F. D.

Petits moteurs Edison à faible vitesse (Type 1891)

On sait quel intérêt s'attache à la production de petits moteurs fournissant d'une façon pratique des forces variables de 1/16 de cheval à 1/2 cheval et permettant ainsi, dans une foule d'industries, d'accomplir quantité de travaux faits jusqu'ici à la main. Les moteurs électriques paraissent devoir fournir la solution cherchée depuis longtemps déjà ; en tous cas, leur usage se propage constamment et rapidement, grâce à l'économie qu'ils procurent, à leur propreté, à leur marche qu'on est arrivé à rendre presque complètement silencieuse et au peu d'emplacement qu'ils exigent. La liste de leurs applications est déjà longue : petites pompes, perçeuses et autres outils, petits ventilateurs, machines à coudre, petits tours, machines à couper le papier ou le drap, soufflets de forges, presses à imprimer, etc., sont déjà actionnés par des moteurs électriques qui dispensent l'ouvrier de toute dépense de force et lui permettent de concentrer son attention sur son travail.

Jusqu'ici les moteurs de faible puissance dont nous nous occupons avaient été établis sur le même modèle que les grands moteurs; il est cependant des considérations applicables aux petits moteurs et qui ne le sont pas aux grands,

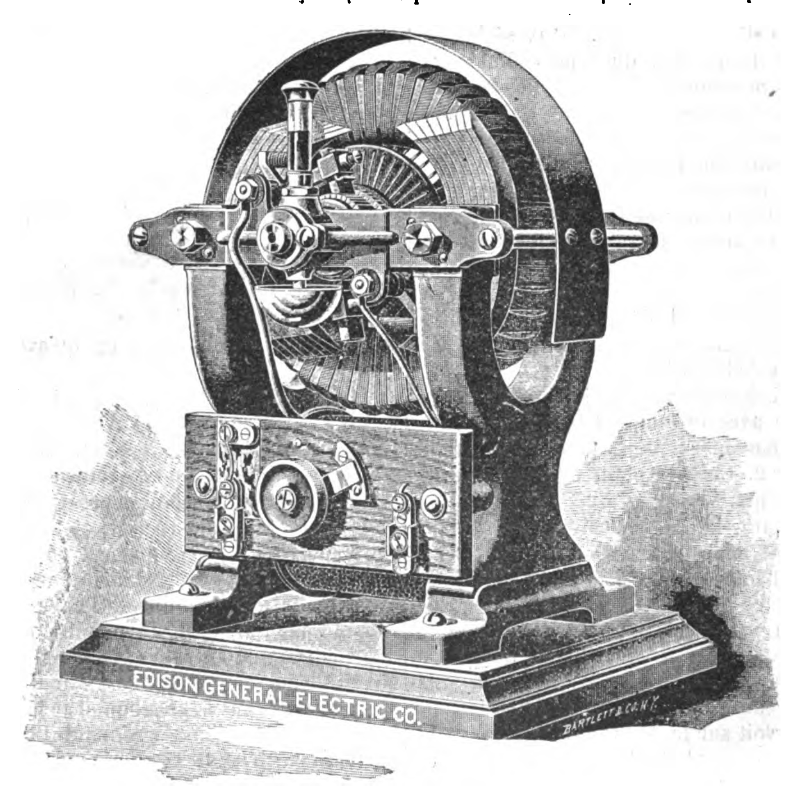


Fig. 1.

aussi l'adoption de types spéciaux pour les petits moteurs paraissait-elle devoir procurer à ceux-ci des avantages réels. C'est ce qui a amené M. Edison à construire pour les petites forces un moteur spécial n'exigeant que le minimum d'attention et d'entretien et donnant un bon rendement tout en restant d'un prix peu élevé.

Ce moteur, marchant à petite vitesse, est

représenté, comme aspect général, par la figure 1. L'armature tourne dans un champ magnétique dont les lignes de force sont amenées à travers l'armature sur les deux côtés de l'anneau, au

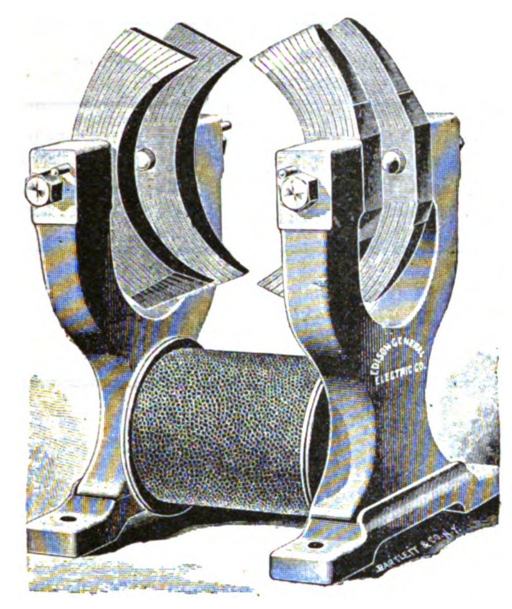


Fig. 2.

moyen de pièces polaires de forme spéciale en fer doux de Norwège.

Les pôles sont formés de lames (fig. 2), ce qui permet au moteur de tourner sans s'échauffer,

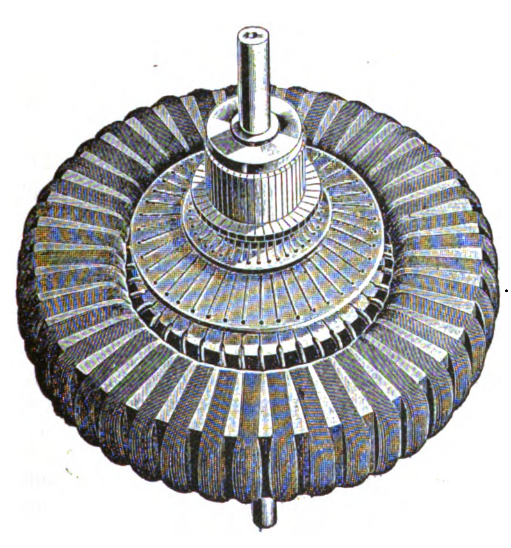


Fig. 3.

même quand il est surchargé. Ces pièces polaires sont attachées au bâti magnétique qui forme en même temps la base sur laquelle la machine est montée.

L'unique bobine inductrice est placée au-dessous de l'armature; le centre de gravité de l'ensemble se trouve aussi abaissé, ce qui donne au moteur plus de stabilité.

L'armature (fig. 3) est en fer doux laminé, elle est pourvue de dents laissant entre elles des creux dans lesquels sont placées les bobines qui ne peuvent ainsi se déplacer. Cette disposition permet en outre d'amener les dents presque tout près des pièces polaires, de manière à réduire l'entrefer à son minimum sans le moindre danger pour les bobines de l'armature. Le commutateur présente une grande surface; ses segments sont isolés par des plaques de mica.

Le moteur est du reste agencé de telle sorte qu'aucun calage des balais n'est nécessaire, les porte-balais sont placés une fois pour toutes. De

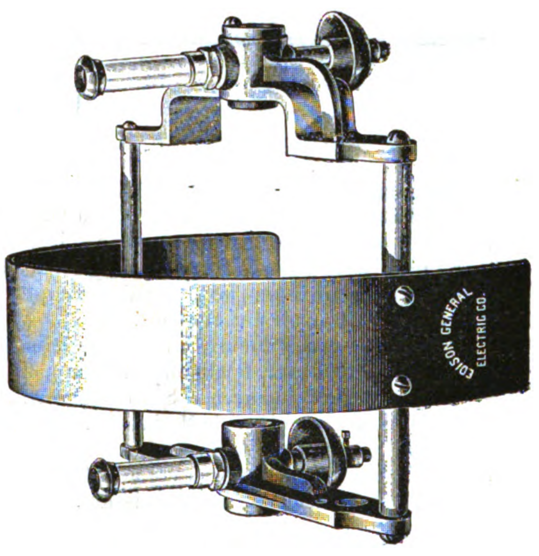


Fig. 4.

même la lubrification, assurée par de la graisse au lieu d'huile, ne demande que peu d'attention. Les bobines de l'armature sont reliées au commutateur par des fils de maillechort, de sorte que la production d'étincelles, si préjudiciable aux petites machines, est entièrement éliminée. Comme d'ailleurs toutes les bobines sont enroulées d'une façon indépendante, chacune d'elles peut être remplacée avec la plus grande facilité; enfin l'armature est entourée d'une enveloppe (fig. 4) qui couvre partiellement la machine et la garantit.

Toutes les parties du moteur sont interchangeables et peuvent être remplacées facilement. Les détails de construction ne sont pas moins bien étudiés que les dispositions électriques et ces petits moteurs sont l'objet des mêmes soins comme choix des matériaux et montage que les plus grandes machines construites par la Compagnie. Chaque moteur est pourvu d'un tableau

de commutation en acajou, sur lequel sont montés les terminus des conducteurs formant circuit et un commutateur simple et robuste ainsi qu'un coupe-circuit fusible pour garantir la machine des courants excessifs.

La Compagnie Edison s'est attachée à ne donner qu'une faible vitesse à ses petits moteurs; ainsi le moteur de 1/4 de cheval ne marche qu'à 1 300 tours à la minute. Grâce à cette réduction de vitesse, l'usure du commutateur est diminuée ainsi que celle des coussinets et des balais. Il en résulte également une réduction considérable des vibrations et du bruit, si incommodes avec les anciens modèles de moteurs. Les coussinets de l'arbre de l'armature sont d'ailleurs formés de feuilles de bronze qui peuvent être enlevées aisément et remplacées en quelques minutes.

Ce moteur est construit pour des puissances de 1/16, 1/8, 1/4 et 1/2 cheval; le tableau ci-dessous résume les données relatives à chacun des types.

TYPES	VOLTS	AMPÈRES	VITESSE	POIDS	
1/16	125	0,4	2200	14 3/4	6k,98
1/8	125	0,8	2000	20 1/4	9k,18
1/4	125	1,6	1300	28 1/2	12k,93
1/2	125	3,2	1500	37 5/8	17k,06

L. F.

(*Electrical Review.*)

CHRONIQUE

Les compteurs électriques à Liverpool. — Le Comité de l'éclairage électrique de la ville de Liverpool a approuvé le rapport de son inspecteur sur la série d'essais comparatifs qu'il avait été chargé de faire pour l'adoption d'un compteur d'électricité à fournir aux abonnés.

Les compteurs représentés au concours étaient ceux de MM. Hookham, Hartmann et Braun, Frager, Richard frères, Laurence Scott et Cie, Aron et Ferranti. Le compteur de M. Frager, appartenant à la Compagnie des Compteurs et du Matériel d'usines à gaz, de Paris, a été adopté et l'objet d'un ordre d'achat de la Commission.

Les décisions du Congrès de Francfort. — Une importante décision a été prise par les électriciens réunis au Congrès international de Francfort; elle a trait à la désignation par abréviation des unités électriques qui désormais seront représentées comme suit:

Ampère.........	A	Ohm........	O
Coulomb	C	Volt........	V
Farad...........	F	Watt.......	W
Joule............	J		

Les expériences de Lauffen-Francfort et le « Petit Journal ». Nous lisons dans le *Telegraphic Journal and Electrical Review* de Londres:

« Le *Petit Journal* de Paris, dont le tirage dépasse 1 000 000 d'exemplaires, est singulièrement bien informé par ses correspondants scientifiques, si nous en jugeons par l'extrait suivant:

« Le dernier acte du Congrès d'électricité de « Francfort vient de se jouer à Lauffen. Les « principaux physiciens se sont transportés, de « leur personne, aux chutes du Neckar pour exa- « miner la prise d'eau. Malgré la réduction qu'on « lui a fait subir en diminuant la vitesse des ma- « chines, on a reconnu que la turbine absorbait « encore 200 chevaux.

« La force motrice consommée à l'Exposition « par les pompes alimentant la cascade ne peut « être évaluée à plus de 30 ou 40 chevaux. Il est « vrai que le courant entretient également « 1 000 lampes, mais c'est sans passer par l'inter- « médiaire d'aucun mécanisme qu'il les entre- « tient à l'état incandescent.

« Nous avons donc eu raison de dire que l'ex- « périence est intéressante, mais qu'elle est loin « de réaliser les promesses du programme ré- « pandu à profusion avant l'ouverture de l'Expo- « sition.

« Les poteaux décorés de têtes de mort n'ont « point apporté à Francfort le dernier mot du « transport de l'énergie à distance. »

Ainsi, suivant le savant correspondant du *Petit Journal*, les 1 000 lampes à incandescence, qui ne nécessitent aucun mécanisme, ne comptent pas. Vraiment la science des journaux politiques est une chose merveilleuse. »

Nous avions bien remarqué cette étrange information, mais certains journaux sont tellement coutumiers de faits semblables que nous avions négligé de la relever.

L'innocence a droit à des ménagements.

L'électricité à l'Exposition de Chicago. — La Commission de l'électricité à l'Exposition de Chicago vient de nommer un Conseil consultatif, dont le rôle sera d'étudier les plans d'éclairage

ainsi que la décoration électrique des édifices, jardins et voies de l'Exposition. Ce conseil est composé de MM.

T.-D. Badt, de Chicago, directeur de la Thomson-Houston Electrical C°;

L. Steringer, de New-York, ingénieur électricien consultant ;

Paul Le Maire, de l'Edison General Electrical C°. Ce dernier, très entendu dans les questions d'art, aura particulièrement dans ses attributions tout ce qui touche à l'appareillage et à la décoration.

MM. Badt et Lemaire sont prêtés gratis à la Commission de l'Exposition par leurs compagnies. M. Steringer sera seul payé.

Dans le projet adopté par la Commission, le point de production de l'électricité sera le côté sud du hall des machines. C'est là que seront massées les chaudières et les dynamos. De ce point partiront cinq groupes de conducteurs: deux en tunnel, et les trois autres attachés sous les poutres du chemin de fer aérien (elevated railroad) qui formera la ceinture de l'Exposition des côtés nord, ouest et sud (le côté est est bordé par le lac Michigan).

Le premier groupe en tunnel, au nord du hall des machines, se dirige vers le palais des pêcheries, en desservant sur son parcours les bâtiments des manufactures et du Gouvernement.

Le deuxième, aussi en tunnel, dessert les palais de l'électricité, des mines, les bâtiments de l'administration et Wooded Island.

Le troisième, sous le chemin de fer aérien, de même que les deux suivants, fournira la force et la lumière aux sections suivantes: transports, horticulture, palais des Dames, États de l'Union, États étrangers, beaux-arts et tous les espaces avoisinants.

Le quatrième desservira le hall des machines, ses annexes et la partie ouest de la section des subsistances.

Le cinquième, l'agriculture et ses annexes, la sylviculture, la laiterie, le reste des subsistances et les scieries.

Le réseau de tunnels aura 1,80 m × 1,80 m et sera construit pour recevoir 150 fils sur isolateurs en verre. Un passage de 0,60 m sera réservé au milieu pour la circulation des ouvriers chargés des réparations. Ils seront éclairés par des lampes à incandescence sur tout leur parcours, environ 13 000 mètres.

Les installations d'électricité aux États-Unis. — Une statistique toute récente des stations centrales d'électricité aux États-Unis donne les chiffres suivants:

Nombre de stations centrales: 1 700;

Capital nominal employé: 155 202 850 dollars.

Nombre de lampes à arc: 183 509.

Nombre de lampes à incandescence de 16 bougies: 2 436 374 ;

Force en chevaux: 459.575.

Le capital réellement employé est inférieur au capital nominal, les Compagnies n'ayant pas appelé tout le versement.

Tous les États et Territoires, sans exception, possédent des stations centrales. Onze États en ont plus de cinquante; ce sont:

New-York.	150	stations	91.575	chevaux
Pensylavnia . . .	142	—	49.095	—
Illinois.	130	—	24.990	—
Ohio	112	—	31.840	—
Massachussets. .	92	—	32,470	—
Michigan.	88	—	21.825	—
Indiana.	79	—	13.460	—
Jowa	72	—	12.260	—
Kansar	67	—	8.070	—
Wisconsin	61	—	12.535	—
Missouri	56	—	12.575	—

Les États où l'on en compte le moins sont la Floride, le Missisipi, la Caroline du Sud, la Louisiane, tous États du Sud, qui n'ont chacun que six à dix stations centrales; puis les États et Territoires naissants du Far-West: Wyoning, Utah, Dakota nord et sud, Idaho, Nouveau-Mexique, Nevada, qui en ont quatre à huit. Le Territoire indien n'en a que deux, et l'Arizona qu'une seule.

La téléphonie en France. — Le réseau téléphonique de Beaune (Côte-d'Or) vient d'être mis en service.

Le circuit téléphonique Bordeaux-Arcachon a été ouvert le 1er septembre.

Celui de Vienne à Lyon a été mis en service le 7 septembre.

Le réseau urbain de Toulouse a été ouvert ces jours derniers.

Développement des plantes et des fleurs sous l'action de la lumière électrique. — La station d'expériences agricoles de la « Cornell University », à Ithaca (N.-Y.), a publié dernièrement dans un bulletin un rapport sur des expériences faites en vue de déterminer quelle influence la lumière de l'arc voltaïque peut exercer sur la culture des plantes en serre.

Ces expériences ont été commencées pendant l'hiver 1889-1890 et poursuivies pendant l'hiver dernier. On y avait affecté une serre de 18 m × 6 m, qu'on avait divisée en deux compartiments égaux par une cloison de planches. Dans l'un des compartiments, les plantes croissaient dans leurs conditions naturelles, c'est-à-dire à la lumière solaire le jour et dans l'obscurité la nuit; dans l'autre, elles étaient éclairées, la nuit, par la lumière d'une lampe à arc suspendue au faîte de la serre, l'arc étant placé à 0,75 m environ de la surface de la plate-bande cultivée.

Pendant le premier hiver (janvier-avril 1890) l'éclairage artificiel était produit par une lampe à arc Brush de 2 000 bougies nominales, mar-

chant à 10 ampères et 45 volts. Pendant les six premières semaines, l'arc a été laissé à nu, mais ensuite on l'a enfermé dans un globe en verre opale.

L'effet sur les plantes a été d'accélérer grandement leur maturité. Plus les plantes étaient voisines de la lumière, plus cette accélération a été marquée.

Le bulletin est accompagné de deux photographies représentant l'une une plate-bande de laitues cultivées dans le compartiment éclairé la nuit, et l'autre, une plate-bande du même légume dans le compartiment non éclairé. Les premières ont plus du double de la grosseur des secondes. Elles ont été vendues quinze jours plus tôt.

Les résultats donnés par les autres légumes expérimentés se sont trouvés analogues.

Le bulletin conclut que l'éclairage à la lumière électrique favorise l'assimilation pendant la nuit, qu'il doit donc avoir pour conséquence le développement de la grosseur des végétaux au-delà des limites ordinaires et leur précocité, qu'il rend leur saveur plus marquée; qu'il avive la couleur des fleurs et en augmente parfois la quantité. Il y a donc toute raison de présumer qu'on peut employer avec avantage la lumière électrique dans la culture.

La police au projecteur. — Les journaux anglais mentionnent une nouvelle et curieuse application de la lumière électrique. Des gardes-chasse ont imaginé de surveiller pendant la nuit le territoire confié à leur vigilance au moyen d'un projecteur électrique dont ils promenaient par intermittences les éclats lumineux sur la campagne. Ils ont reconnu à plusieurs milles de distance deux hommes qui traînaient un filet. Sur la description qu'ils en donnèrent les deux malheureux braconniers furent arrêtés et sévèrement condamnés.

Ne serait-il pas possible, ajoutent les journaux qui rapportent le fait, d'installer des projecteurs puissants au sommet des édifices dans les villes et de surveiller ainsi les voleurs et autres contempteurs de l'ordre social, de relever leur signalement et finalement de les faire tomber ès-mains des policemen et autres gens chargés de

Défendre les champs et la ville
Du vol et de l'iniquité.

Heureuse suggestion! Les escarpes vont trembler. Attendons-nous à un abaissement considérable de la criminalité.

BREVETS D'INVENTION

Du 30 août au 5 septembre 1891

213247 **Washburn.** — Nouvelle disposition de batterie secondaire (5 mai 1891).

213250 **Coward.** — Perfectionnements aux électriseurs automatiques (5 mai 1891).

213252 **Williams.** — Nouveau conducteur électrique isolé (5 mai 1891).

213255 **Van Depoele.** — Perfectionnements aux machines électromagnétiques (5 mai 1891).

213271 **Monterde.** — Système de moteur électrique (2 mai 1891).

213276 **Grammont.** — Nouveau procédé de raffinage de la *gutta-percha* (9 mai 1891).

213306 **François.** — Sytème de boussole de poche à cadran solaire (12 mai 1891).

213307 **Crosse et Serf.** — Système de piles électriques à liquide immobilisé dites : Piles sèches ou solidifiées (8 mai 1891).

213308 **Marchenay.** — Nouveau système de microphone et disposition nouvelle d'un poste microtéléphonique (8 mai 1891).

213327 **Weems.** — Perfectionnements aux chemins de fer électriques (8 mai 1891).

213329 **Lacaze et Farjou.** — Régulateur dit : *Régulateur électro-mécanique* (12 mai 1891).

213337 **Calinaud.** — Moteur électrique (9 mai 1891).

213348 **Cefrey.** — Perfectionnements aux tableaux indicateurs électriques et pneumatiques (9 mai 1891).

213408 **Von Ilanor.** — Nouveau genre de câble accumulateur (12 mai 1891).

CERTIFICATS D'ADDITION

Du 30 août au 5 septembre 1891

184941 **Berlier.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 22 juillet 1887, pour perfectionnements dans la construction et nouveau mode d'installation d'un tramway tubulaire souterrain, à traction électrique ou autre (2 mai 1891).

205440 **De Fonvielle.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 5 mai 1890, pour l'emploi d'un aimant alternatif lamellaire dans la création d'appareils de rotation continue (4 mai 1891).

205506 **Maquaire.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 6 mai 1890, pour système perfectionné de régulateur électrique (5 mai 1891).

206245 **Corcevay.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 12 juin 1890, pour un compteur d'électricité (6 mai 1891).

Editeur-Gérant : Georges CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.



L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LA PILE E. ORTELLI

La pile primaire que M. Ortelli vient de faire breveter est un élément zinc-charbon, plongeant dans une dissolution de sel ammoniac. La dépolarisation est obtenue par du chlore gazeux.

L'emploi du chlore gazeux comme dépolarisant est connu depuis longtemps. On en trouve une première application dans la pile Le Roux, datant de 1853.

La pile Le Roux était constituée par une électrode en zinc, plongeant dans l'eau acidulée sulfurique, et par une électrode en charbon placée dans un vase poreux contenant un mélange d'acide chlorhydrique et de peroxyde de manganèse. Ce mélange n'était autre que celui qui est indiqué dans tous les traités de chimie pour la préparation du chlore. On sait que dans la réaction qui se produit et qui est la suivante :

$$MnO^2 + 4HCl = 2H^2O + MnCl^2 + Cl^2,$$

le bioxyde de manganèse perd son oxygène qui se combine à l'hydrogène de l'acide chlorhydrique pour former de l'eau et que la moitié du chlore mis en liberté s'unit au manganèse pour donner du chlorure de manganèse, tandis que l'autre moitié du chlore se dégage. La réaction commence à se produire à froid, mais exige, pour être complète, une légère chaleur. M. Le Roux avait en effet constaté qu'il suffisait d'une température de 35 degrés pour obtenir de sa pile le maximum d'intensité. Les vapeurs d'acide chlorhydrique et de chlore qui se produisaient n'étaient pas plus désagréables que celles de peroxyde d'azote que dégage la pile Bunsen et il était plus facile de s'en préserver ; d'un autre côté, la pile au chlore a une force électromotrice supérieure à celle de la pile Bunsen. Malgré ces avantages, la pile Le Roux ne reçut pas d'applications.

Dans ces dernières années, en 1886, M. Upward, électricien en chef de la maison Woodhouse et Rawson de Londres, avait réalisé une pile au chlore très ingénieuse dont nos lecteurs ont pu lire la description dans la *Revue internationale de l'Électricité* [1]. Les difficultés pratiques de fabrication du chlore ont restreint le nombre d'applications de cette pile destinée principalement à l'éclairage domestique. De plus, son installation était assez coûteuse.

M. Ortelli, après de nombreuses recherches, est arrivé à établir un modèle de pile au chlore très pratique qui, sous un faible poids et un très petit volume, donne un débit relativement considérable ; il ne nécessite qu'une dépense très minime et un entretien insignifiant. De plus, la production du chlore est obtenue à la température ordinaire par un procédé aussi simple que peu coûteux.

Description. — Le premier modèle de pile Ortelli que représente la figure 1 se composait d'un vase extérieur en carton durci et verni VV′ ayant approximativement les dimensions suivantes :

Longueur	22 cm
Hauteur	26 cm
Largeur	4 cm

A l'intérieur de ce vase se trouvait l'électrode positive CC′ constituée par une sorte de cuvette verticale en charbon. La partie supérieure du vase en verre tout autour du vase

[1] *Pile Upward. Revue intern. de l'Elect.* Tome III, p. 89.

de charbon était soigneusement fermée par un ciment spécial qui rendait le vase complètement étanche. On obtenait ainsi, autour du vase en charbon, une chambre fermée qui n'était en communication avec l'extérieur que par les tubes en verre H et J. Le tube J pénétrait jusqu'au fond du vase, le tube H n'entrait que de quelques centimètres. L'électrode négative était formée par une mince plaque de zinc Z amalgamé portant, comme les plaques d'accumulateurs, des bracelets en caoutchouc qui empêchaient tout contact direct du zinc avec le charbon ; de plus, le vase en charbon était muni, à l'intérieur et de chaque côté, d'une petite rainure en celluloïde dans laquelle coulissaient les bords de la plaque en zinc, empêchant ainsi cette dernière de toucher au vase de charbon.

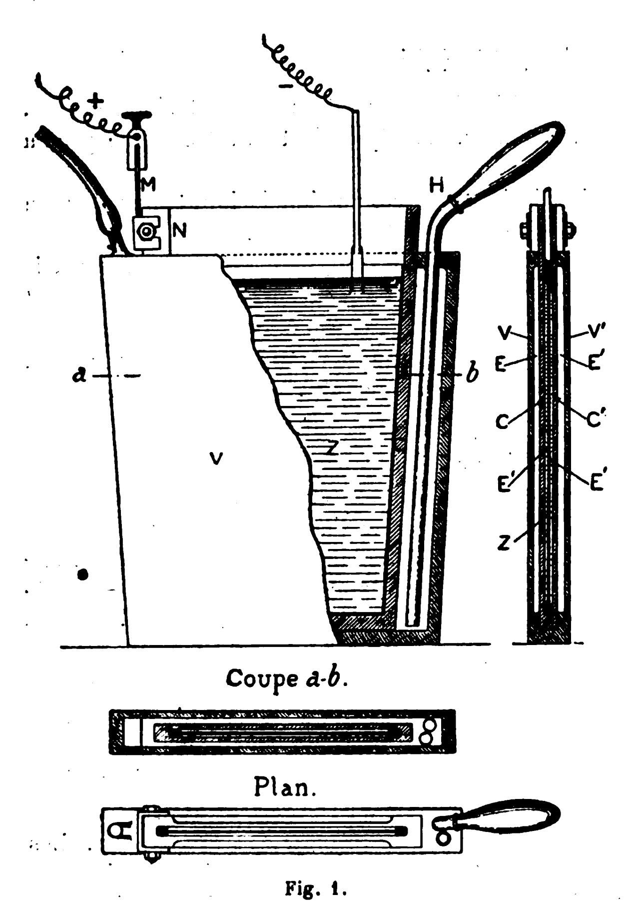


Fig. 1.

L'électrolyte était une dissolution de chlorhydrate d'ammoniaque.

La borne positive était fixée à la partie supérieure du vase en charbon; une tige de cuivre, soudée à la plaque de zinc, constituait la borne négative. On fixait cette tige dans la borne positive de l'élément suivant lorsqu'on montait plusieurs éléments en tension, ou bien on y attachait un serre-fil avec borne lorsque l'élément se trouvait le dernier de la série ou était employé seul.

A la suite des premières expériences faites sur les éléments de pile, tels qu'ils viennent d'être décrits, on a reconnu que le vase en carton durci était peu à peu attaqué par le chlore et, par suite, n'offrait pas une durée suffisante. En outre, il se produisait des fissures par où s'échappait le gaz chlore.

Pour remédier à cet inconvénient, le vase en carton a été remplacé dans les nouveaux modèles par un vase de même forme en verre moulé. La longueur et la hauteur de ces vases sont restées les mêmes ; seule, la largeur a été un peu augmentée. Quant aux autres parties de l'élément, elles n'ont subi aucune modification.

Générateur de chlore. — L'appareil servant à produire le chlore est représenté par la figure 2.

Il se compose d'un bocal à trois tubulures B dans lequel on introduit par l'ouverture centrale du chlorure de chaux du commerce. Cette ouverture se ferme à l'aide d'une plaque de fer, garnie de caoutchouc, qu'on serre à l'aide de pinces.

Un vase A, dans lequel on met de l'acide chlorhydrique étendu de la moitié de son volume d'eau, est muni d'une tubulure inférieure reliée par un tube de caoutchouc au flacon B. Deux robinets en verre, intercalés sur le tube en caoutchouc, servent : l'un, à régler le débit d'acide une fois pour toutes ; l'autre, à ouvrir ou à fermer lorsqu'on veut mettre en marche ou arrêter la pile.

Un second tube en verre partant du flacon B arrive au premier élément de la batterie. Il est bon de placer sur son parcours un flacon laveur contenant un peu d'eau destinée à arrêter les vapeurs d'acide chlorhydrique entraînées par le courant gazeux.

Le chlore pénètre dans le premier élément par le tube H (fig. 1), le traverse et l'excès de gaz, sortant par le tube J, est amené par un tube de verre au deuxième élément et ainsi de suite jusqu'au dernier, dont le tube de dégagement est conduit à un trou d'évier ou à une bouche d'égout, soit encore au dehors. On peut aussi recevoir l'excès de chlore dans un vase renfermant un lait de chaux qui l'absorbe entièrement.

Lorsque la pile est bien montée, elle ne dégage pas d'odeur. Il est nécessaire, pour établir les conduites de gaz d'un élément à l'autre, de faire usage de tubes en verre ou en plomb ; les jonctions des différents tubes sont faites avec du caoutchouc.

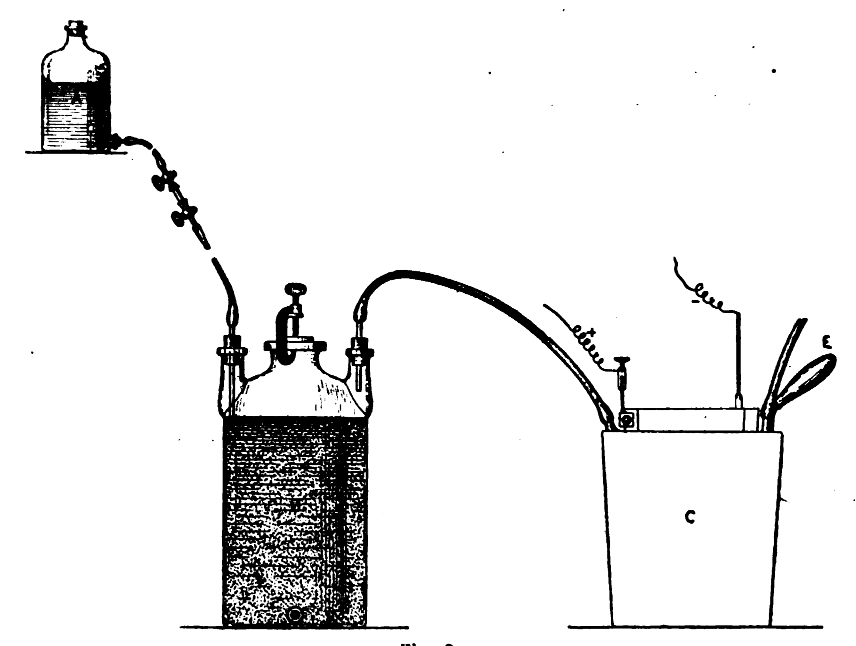


Fig. 2.

Pour avoir un dégagement régulier de chlore, il suffit de laisser tomber l'acide chlorhydrique goutte à goutte sur le chlorure de chaux.

La réaction qui se produit est la suivante :

$$CaOCl^2 + 2HCl = CaCl^2 + H^2O + Cl^2.$$

On peut obtenir un dégagement de chlore plus régulier et plus constant en employant une dissolution saturée de chlorure de chaux au lieu de chlorure de chaux en poudre. L'appareil qui vient d'être décrit convient très bien, seulement il faut lui donner des dimensions plus grandes, si l'on veut éviter de renouveler trop fréquemment la dissolution. On emploie, dans ce cas, l'acide chlorhydrique du commerce sans l'étendre de moitié de son volume d'eau.

Réactions qui se produisent dans la pile. — Le zinc plongé dans une dissolution de sel ammoniac (chlorure d'ammonium) est attaqué par le chlore que contient ce sel et il se forme du chlorure de zinc, l'hydrogène et le gaz ammoniac étant mis en liberté,

$$Zn + 2\,(AzH^4Cl) = ZnCl^2 + 2\,(AzH^3) + 2H.$$

Le chlore gazeux arrivant dans la pile rencontre l'hydrogène et le gaz ammoniac et il se reforme du chlorure d'ammonium

$$2Cl + 2H + 2\,(AzH^3) = 2\,(AzH^4Cl).$$

Il se produit ainsi dans cette pile un véritable cycle chimique, grâce auquel la substance active (chlorure d'ammonium) se reproduit continuellement. La consommation se réduit donc au zinc seul.

Il y a lieu également de remarquer que, dans la plupart des piles, la dépolarisation ou, pour mieux dire, l'élimination de l'hydrogène formé, est obtenue au moyen de la réduction d'un composé chimique, réduction qui ne se produit qu'avec absorption de chaleur. Dans la pile Ortelli, au contraire, l'hydrogène et le gaz ammoniac mis en liberté se combinent avec le chlore, combinaison qui a lieu avec dégagement de chaleur. Or on sait que la résistance intérieure d'une pile varie avec la température, augmentant si la température s'abaisse, diminuant si elle s'élève. La dépolarisation obtenue par la réduction d'un composé chimique, entraînant une absorption de chaleur, a donc pour effet d'augmenter la résistance intérieure de la pile et, par suite, d'en diminuer le débit. Dans le cas actuel, les réactions qui se produisent donnant lieu à un dégagement de chaleur, la résistance intérieure diminue et le débit augmente.

Constantes de la pile. — La force électromotrice de la pile Ortelli à circuit ouvert est de 2,06 volts.

Un élément, ayant une électrode zinc amalgamée, mesurant 16,5 cm sur 20 cm, mis en travail sur une résistance extérieure de 1,26 ohm, a débité pendant vingt et une heures un courant de 1,4 ampère avec une force électromotrice de 1,75 volt.

La pile n'use pas de zinc à circuit ouvert.

Cette pile va être prochainement mise en essai au Laboratoire central d'électricité ; nous ferons connaître à nos lecteurs les résultats obtenus.

J.-A. Montpellier.

LE MÉTERGON DU PROFESSEUR LUVINI

Les dynamos et moteurs actuels ne diffèrent en général les uns les autres que par des détails plus ou moins importants ; on peut dire qu'il commence à être difficile de faire du nouveau ou du moins un appareil complètement original. Cette originalité, nous la trouvons dans le Métergon (du grec μετα εργον) ou transformateur d'énergie du professeur Luvini. Il nous a paru intéressant de décrire aux lecteurs de ce journal cette invention, sans préjuger de ses mérites relatifs que pourra seule donner l'expérience prolongée de cet appareil.

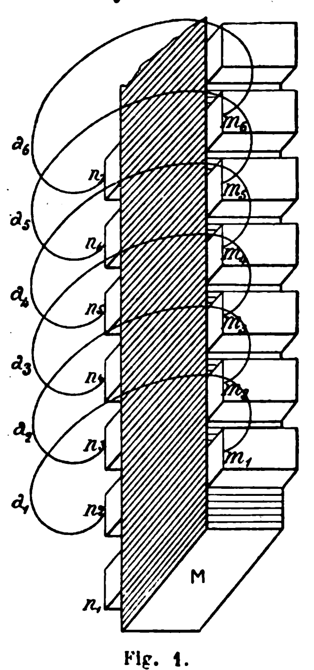


Fig. 1.

Tout le monde connaît les premiers moteurs électriques, ceux de Page et de Bourbouze par exemple, fondés sur l'attraction des solénoïdes sur leurs noyaux. Un tel moteur a une grande analogie de forme et de disposition d'organes avec les machines à vapeur. Le noyau joue le rôle du piston dont la bobine serait le cylindre et le tiroir fait la distribution du courant dans les différentes bobines, de même que dans une machine à vapeur il distribue la vapeur de l'un ou de l'autre côté du piston. Le noyau attaque, par l'intermédiaire d'une bielle, un arbre sur lequel se trouve calé un volant ; d'autres fois, comme dans la machine Bourbouze, un balancier sert d'intermédiaire.

Ces moteurs ainsi constitués donnent un rendement très faible ; il n'en a jamais été fait d'importants, la chose est facile à comprendre.

Plus récemment une disposition de ce genre a été adoptée par M. Marcel Deprez pour son marteau pilon électrique.

Un solénoïde composé d'un grand nombre de bobines superposées attire un noyau de fer qui forme la masse de l'appareil. Le courant est envoyé successivement dans chacune des bobines, de manière qu'en tous les points de sa course l'attraction reste à peu près constante. Un commutateur manié à la main opère cette distribution du courant.

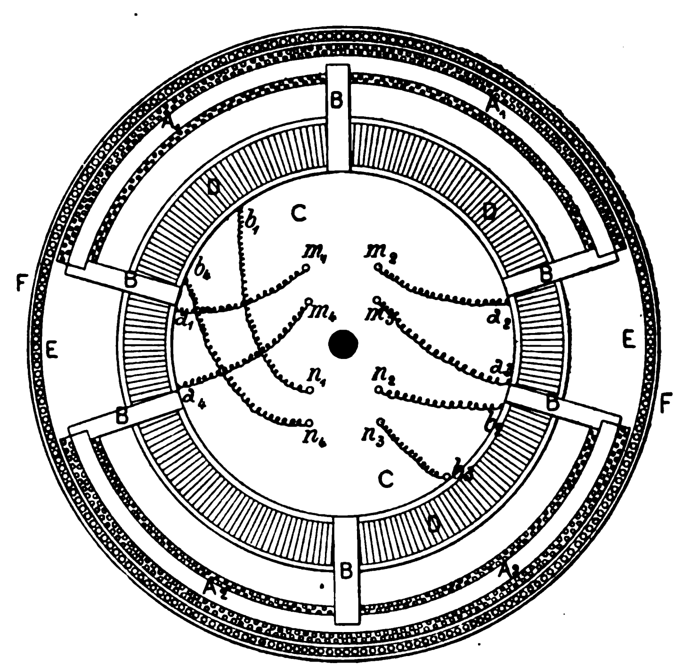


Fig. 2.

Supposons maintenant que ce solénoïde soit très long et que nous le courbions suivant un cercle en ramenant l'une contre l'autre les deux extrémités, nous aurons ainsi constitué un tore cylindrique présentant à l'intérieur un espace vide de même forme dans lequel pourra glisser un noyau animé ainsi d'un mouvement de rotation continu.

Tel est le dispositif employé par le professeur Luvini.

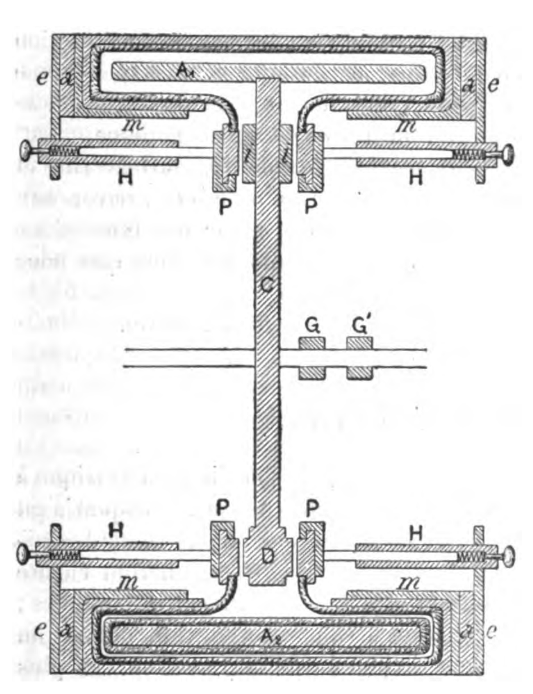


Fig. 3.

On voit donc que cette machine est à la machine de Bourbouze ce que la machine à vapeur à piston rotatif est à la machine ordinaire.

Mais il ne suffit pas que le noyau ainsi constitué tourne indéfiniment dans la cavité qui lui est ménagée tant qu'on fera passer le courant dans les diverses bobines successives, il faut aussi que ce mouvement soit communiqué à une pièce extérieure sur laquelle on puisse recueillir l'énergie produite.

C'est ici qu'intervient un organe nouveau appelé commutateur à courant continu, qui permet de fendre la bobine suivant un plan contenant l'axe du tore, de relier le noyau à un arbre au moyen de bras et d'opérer ainsi la distribution du courant.

La figure 1 montre cette disposition.

Une série de pièces métalliques m_1, m_2, m_3, etc., n_1, n_2, n_3, etc. sont isolées entre elles et maintenues fixes ; elles

sont reliées, comme l'indique la figure, par des fils qui constituent les bobines élémentaires du solénoïde. Il n'y a donc de solution de continuité pour la bobine continue qu'entre les pièces fixes. Une pile de lames métalliques, toutes isolées entre elles, peut glisser entre les pièces fixes donnant ainsi un contact parfait entre les pièces m_1 et n_1, m_2 et n_2. etc. On voit de suite que l'on peut déplacer cette pile de lames dans un sens ou dans l'autre et à n'importe quelle vitesse sans que le courant que nous supposerons partir de m_1 pour aboutir à n_7 soit troublé. On pourra ainsi ménager dans cette pile de lames l'espace nécessaire pour le passage des bras dont nous avons parlé.

Le commutateur chargé d'introduire le courant dans les bobines successives peut être calé sur ces bras, de façon à ce que la partie du solénoïde circulaire dans laquelle passe le courant soit toujours en avance sur la position du noyau. Celui-ci tendra donc toujours à avancer vers la partie alimentée par le courant qui fuira devant lui à mesure qu'il avance lui-même. On aura produit ainsi un mouvement continu de rotation qui durera autant que le courant et dont l'énergie lui sera empruntée.

Tel est le principe de l'appareil. Quant aux détails de sa construction, ils sont représentés sur les figures 2 et 3.

On voit qu'il y a deux noyaux A_1 et A_2, excellente disposition pour équilibrer les efforts sur l'axe de l'appareil.

On voit également que les noyaux sont garnis d'un enroulement dans lequel passe continuellement un courant de même sens polarisant le noyau dans une direction invariable. On augmente ainsi le flux total produit et on a transformé du même coup le moteur en machine génératrice réversible. Cet enroulement dans le cas de la machine fonctionnant en génératrice représente l'inducteur d'une machine ordinaire.

Une chemise de tôle entoure extérieurement le solénoïde fixe, diminuant la résistance magnétique extérieure et augmentant le flux total pour une même force magnétomotrice ; la puissance de l'appareil se trouve donc augmentée en même temps que son rendement.

Il nous paraît inutile de donner de plus amples renseignements sur la construction de cet appareil qui n'est pas encore entré dans la pratique courante et n'est pas même construit industriellement. Nous avons tenu à indiquer le principe d'un appareil qui se distingue fortement des dynamos et des moteurs qne l'on trouve dans le commerce.

Que faut-il attendre comme rendement de cette machine? Nous n'en savons rien et aucun chiffre n'est donné par l'auteur. Nous ne croyons pas qu'il puisse arriver aux rendements des dynamos ordinaires, si l'on veut du moins conserver des dimensions acceptables. Nous espérons que le professeur Luvini fera des essais complets que nous communiquerons à nos lecteurs.

P. Simon.

L'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE A LONDRES

Le *Times* a publié dernièrement un article sur l'état actuel de l'éclairage électrique à Londres. L'intérêt de cet article consiste surtout dans le point de vue spécial auquel s'est placé l'auteur, qui cherche à établir qu'elle peut être l'influence, sur l'industrie de l'éclairage électrique, des tendances socialistes modernes qui ont modifié et modifieront encore les conditions d'existence des compagnies assurant des services industriels publics ; il touche à la question si débattue d'exploitation de ces services par les pouvoirs publics ou par l'industrie privée et se prononce dans un sens inattendu de la part d'un des plus grands organes des idées anglaises.

En 1886 les entreprises d'éclairage électrique se trouvaient dans l'état le plus critique. Les cris de détresse de leurs chefs arrivèrent jusqu'au Gouvernement; une commission spéciale fut chargée de faire une enquête sur la question. Cette commission entendit un grand nombre de témoins représentant les intérêts des entreprises d'électricité (entre autres sir John Lubbock, M. Huks Gibbs, sir Frederick Bramwell, M. R.-E. Crompton), qui affirmèrent qu'il ne fallait chercher la cause du mal que dans la loi (*Electric Lighting Act*) de 1882 et particulièrement dans la clause abominablement socialiste de cette loi, en vertu de laquelle les autorités locales ont le droit de contraindre les exploitants d'installations électriques à les leur vendre à un prix représentant simplement la valeur des travaux et du matériel.

Le remède était de modifier la loi soit en abrogeant ce droit de contrainte, soit, si l'on voulait le conserver, en prescrivant que les administrations ne pourraient exiger la vente qu'au prix de la valeur du fonds industriel. « Sans un amendement de l'espèce, « affirmaient sir John Lubbock et consorts, le capital continuera de nous refuser son con- « cours; donc, impossible de songer à établir l'éclairage électrique en grand. »

La commission ne tint pas compte de ces réclamations; elle passa outre. Le principe de la vente obligatoire, introduit dans la loi de 1882, sous l'influence des idées modernes fut respecté; la commission se contenta de recommander une extension du temps après lequel le droit d'achat entrait en vigueur. Ces recommandations furent sanctionnées par la loi de 1888.

Qu'est-il advenu de cet abandon catégorique de l'ancienne législation capitaliste des compagnies de gaz et d'eau?

En 1886, il n'existait dans le royaume entier qu'une seule station centrale digne de ce nom, celle de Grosvenor Gallery, et le nombre de lampes alimentées par cette station n'excédait pas 6 000. Au moment de la promulgation de la loi de 1888, cet état de choses n'avait pas changé. Il y a de cela juste trois ans. Depuis ces trois ans — pour ne parler que de Londres seul — onze Compagnies d'électricité se sont formées, avec un capital de plus de £ 3 000 000 (75 millions de francs); le « Board of Trade » a accordé à ces compagnies des concessions d'électricité pour les usages publics et privés sur la plus grande partie de l'étendue de la métropole. Au lieu d'une seule station centrale, il y en a maintenant seize: les 6 000 lampes sont devenues 240 000. Chaque lampe installée consommait pour 10 shillings (12,50 fr.) d'électricité par an; les recettes brutes des compagnies montent dès à présent à £ 120 000 (3 millions de francs) par an. Ce revenu, pour £ 2 000 000 de capital versé, n'est pas pour faire jubiler l'actionnaire. Mais, presque partout, l'installation peut alimenter, telle qu'elle est, un nombre de lampes bien plus grand sans nouvelles dépenses; presque partout, les lampes s'ajoutent aux lampes sans relâche, et cela continuera.

Pour faire le tableau complet de la consommation actuelle d'énergie dans Londres, il faut ajouter à ce qui précède 85 000 lampes à incandescence de 8 bougies (ou leur équivalent) en usage dans les gares de chemins de fer, les édifices publics, les cercles, les hôtels, etc., et dont le matériel de production appartient aux propriétaires des immeubles éclairés. L'éclairage électrique à Londres est donc aujourd'hui représenté par le respectable total de 325 000 lampes de 8 bougies, plus environ 1 000 lampes à arc.

Bien des Londoniens même liront probablement ces chiffres avec surprise, car l'on ne voit dans nos rues que peu de chose de ces innovations, et l'œuvre s'est accomplie sans accompagnement du tapage dont les actionnaires des compagnies de gaz s'effrayaient si fort il y a huit ou neuf ans.

Ainsi, non seulement les entreprises électriques se sont développées sous la présente législation, mais on a fait en peu de temps des progrès d'une rapidité sans précédents, des progrès qui dépassent même tout ce qui peut se voir dans les villes d'Amérique, le pays du « fais ce qu'il te plaît » légal.

Et remarquez que rien de tout cela n'est fait d'expédients. Dans le matériel tant mécanique qu'électrique des stations et des conducteurs, presque tout est de premier ordre. Les Compagnies et leurs ingénieurs ont agi en partant de la plus absolue conviction que la lumière électrique est « arrivée à l'état fixe », comme disent les Américains.

La vérité est que le honteux échec des premières entreprises d'éclairage électrique n'était pas dû uniquement, ni même principalement, à la loi tant villipendée de 1882. Sa cause était avant tout dans les procédés de génération et de distribution qui n'étaient pas encore arrivés à l'état de perfection désirable. Rien de ce qu'on possédait alors n'était à la hauteur des besoins d'une distribution générale d'électricité. Ajoutez à cela l'abus scandaleux fait en 1883 des capitaux si libéralement fournis par un public crédule; le fait que, de £ 10 000 000 souscrits pour des affaires d'éclairage électrique, la plus grande partie avait été gaspillée en achat d'appareils devenus surannés avant de sortir des mains des fournisseurs, celui que les administrateurs de ces compagnies n'avaient d'autre mobile que la spéculation nous dispense d'en dire plus pour prouver que la législation n'avait pas grand'chose à voir dans un échec qu'aucune loi n'eût pu prévenir.

On a qualifié l'année 1883, « le temps de la moisson des brevetés et des fondateurs de compagnies ». Si la loi de 1882 eût été plus favorable au capitaliste, les essais hâtifs d'éclairage électrique eussent été sans doute continués par d'autres compagnies. Mais elle ne l'était pas, et c'est grâce à cela que la question est rentrée dans l'ombre des laboratoires pendant 4 ou 5 ans de plus et que nous assistons à l'essor sans précédent, pris depuis 1888, par l'industrie électrique désormais en possession de procédés excellents. L'esprit de spéculation a été tué et celui de sage administration d'aujourd'hui a pu prendre sa place. Le retard forcé qu'on a subi a donné aux connaissances des électriciens le temps d'accomplir l'évolution nécessaire pour sortir de la phase de tâtonnements expérimentaux et d'immaturité. La loi n'a été, en réalité, qu'un bienfait déguisé.

Entreprise privée est aujourd'hui synonyme de compagnie par actions, c'est-à-dire de compagnies administrées par des hommes sans connaissances techniques plus étendues, généralement, que celles de la commission d'éclairage d'un conseil municipal. Les uns et les autres sont à la merci de l'habileté et de la fidélité de salariés ; or il serait difficile de démontrer que ces qualités soient plus communes dans l'un des deux cas que dans l'autre. En ceci comme en tout, il faut se défier des phrases toutes faites.

Les corps municipaux anglais sont justiciables des contribuables et de l'opinion publique, c'est-à-dire d'un juge plus puissant que ne le sont des groupes inorganisés d'actionnaires. Comme fournisseurs de gaz et d'eau, ils ont fait pour le moins aussi bien que les compagnies, et l'on ne voit pas de raison pour qu'ils ne puissent pas créer aussi bien que continuer une exploitation industrielle. En tous cas, il existe un argument irréfutable en leur faveur : c'est que les municipalités peuvent emprunter à 3 ou 3 1/2 0/0 les sommes nécessaires à leurs entreprises. Les actionnaires de compagnies d'éclairage électrique attendent — et doivent toucher — 10 0/0. La différence signifie soit éclairage à meilleur compte, soit boni sur les contributions. La preuve, c'est qu'à part deux ou trois exceptions, les Compagnies font payer l'éclairage électrique 8 pences par unité de Board of Trade, tandis que pas une seule municipalité fournissant ou projetant de fournir l'électricité ne demande plus de 6 pences.

G.-M. Jacques.



REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Système Andrews de fils concentriques pour distributions intérieures

Le système de distribution que nous nous proposons de décrire n'a pas été imaginé de toutes pièces du jour au lendemain, tel qu'il est employé maintenant ; c'est le résultat d'une expérience déjà longue qui a permis de remédier aux défauts mis en lumière et d'en faire un système éminemment pratique. Ainsi qu'on le voit figure 1, comme aspect général, ce mode de distribution rappelle plus qu'aucun des autres systèmes les canalisations pour le gaz. Tout en présentant à un haut degré le caractère de simplicité nécessaire pour ces installations, il donne, et c'est là un de ses principaux avantages, toute sécurité contre l'incendie. Les deux fils sont réunis, le fil extérieur étant formé d'une gaîne dans laquelle est engagé le second fil, séparé de la gaine par une enveloppe isolante imperméable. Après de nombreuses recherches sur les matières les plus convenables pour des fils concentriques, M. Andrews s'est arrêté pour le conducteur intérieur à un fil de cuivre et pour le conducteur extérieur au fil de fer galvanisé, l'isolant étant constitué par du caoutchouc vulcanisé. En général, la section du conducteur

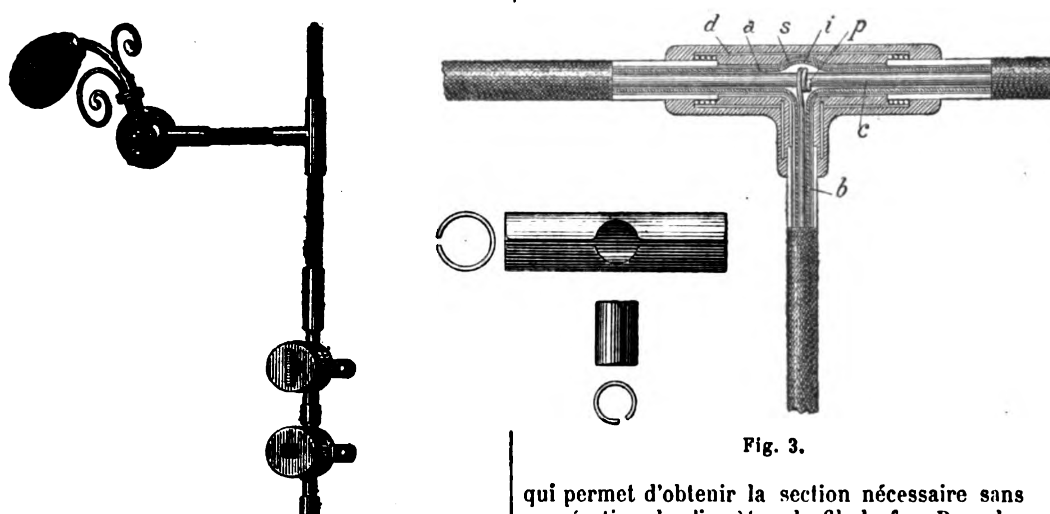


Fig. 1.

Fig. 3.

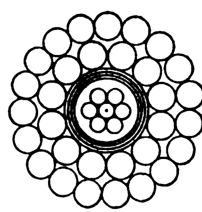


Fig. 2.

enveloppe est sept fois plus grande que celle du conducteur intérieur, de manière à assurer la même résistance dans les deux conducteurs. Le conducteur extérieur joue d'ailleurs le rôle d'armature; pour les fils un peu gros, il est formé de deux couches, ainsi que l'indique la figure 2, ce qui permet d'obtenir la section nécessaire sans exagération du diamètre du fil de fer. Pour les fils de petite grosseur (1/4 de pouce, soit 0,006 m) destinés à être posés le long des murs, on emploie au contraire le cuivre pour le conducteur extérieur comme pour le conducteur intérieur Les fils destinés à être noyés dans les revêtements sont recouverts sur le conducteur extérieur d'une couche de chanvre et d'un composé bitumineux qui les garantissent contre l'action possible des acides, autrement aucune protection n'est nécessaire. Pour donner une idée de l'élégance du système nous dirons que pour alimenter 5 lampes

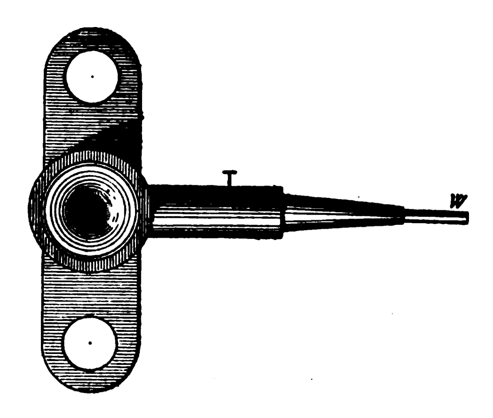


Fig. 4.

le fil concentrique Andrews n'a que 5/16 de pouce (0,0078 m), et peut être placé dans une gaine en bois de un pouce et demi sur 1/2 pouce (0,038 m sur 0,013 m).

Dans tous les systèmes de distribution, c'est

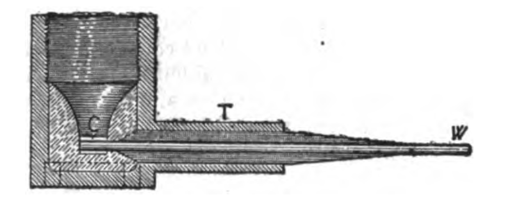


Fig. 5.

la confection des joints qui constitue le point délicat et en quelque sorte le criterium du système. Dans le système Andrews, les joints sont faits d'une façon irréprochable. Au début, on soudait les conducteurs intérieurs, puis on enveloppait cette soudure d'une couche isolante formée de caoutchouc pur et d'un guipage de coton, après quoi on enfermait le tout dans une petite boîte en fonte formée de deux moitiés et fixée autour des fils de l'armature par des vis. Mais l'expérience montra bientôt que ce mode d'opérer donnait lieu à une production de chaleur aux contacts de la boîte et des fils du conducteur extérieur. Aussi ce système fut-il abandonné et remplacé par celui indiqué figure 3.

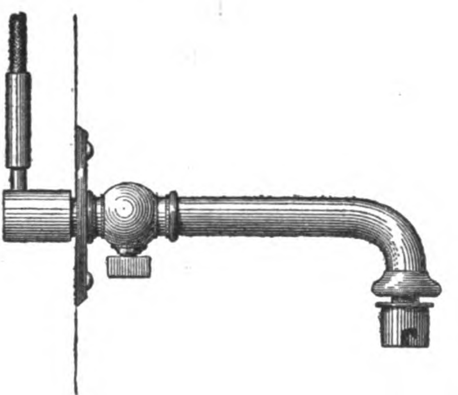


Fig. 6.

A l'emplacement où le joint doit être fait, on coupe le conducteur extérieur et on relève l'isolant de chaque côté; puis le conducteur central *b* du fil à raccorder, préalablement préparé, est réuni au conducteur central du fil sur lequel le raccord s'effectue et les deux conducteurs sont soudés ensemble. L'isolement est ensuite reconstitué de la façon suivante : une couche de caoutchouc pur *p*, une couche *i* de caoutchouc et de stéatite, enfin une troisième couche *s* formée de caoutchouc mêlé

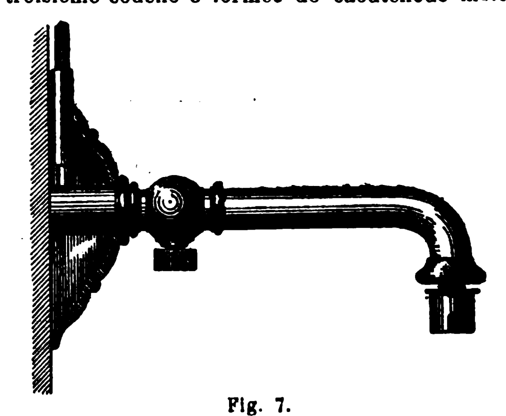


Fig. 7.

de soufre. Le joint est ensuite enveloppé de tissu incombustible *a* et des feuilles de cuivre *d* sont

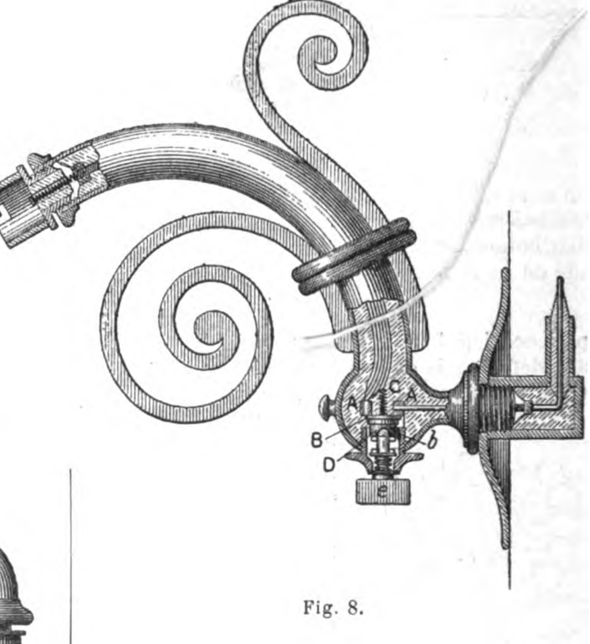


Fig. 8.

placées sur les parties coupées des conducteurs extérieurs. Enfin le tout est engagé dans un moule en fer dans lequel on coule un alliage à basse température de fusion; après refroidissement, on enlève le moule. On obtient ainsi un joint excellent dont toutes les parties sont intimement soudées; la chaleur du métal fondu coulé provoque d'ailleurs la vulcanisation du caoutchouc mêlé de soufre.

Les supports de lampes, commutateurs, coupe-circuit, etc., sont tous pourvus d'une portion de fil qui permet de les réunir par un joint semblable au réseau. Les figures 4 et 5 représentent

les supports pour lampes à placer contre les murs. Ces supports sont tout simplement une sorte de crochet s'engageant dans le mur et dont l'une des branches reçoit le porte-lampe. Un fil cen-

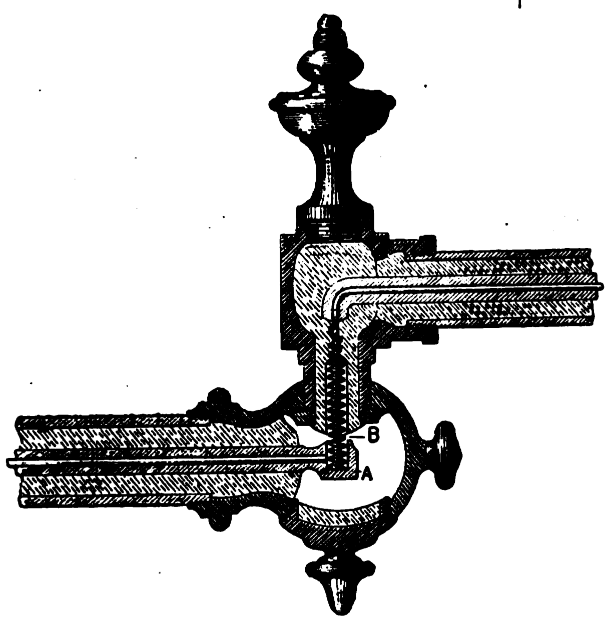


Fig. 9.

tral *w* protégé par un tube T fait saillie au dehors de manière à pouvoir être relié au conducteur de distribution, comme il a été dit. L'autre extrémité de ce fil aboutit à un contact C sur lequel

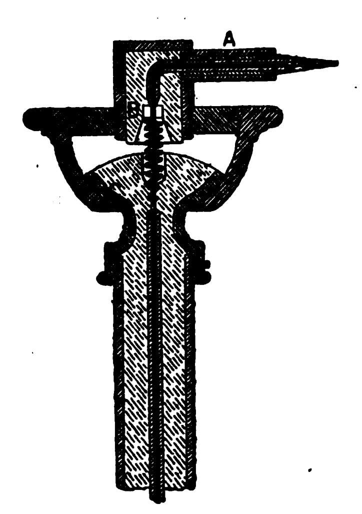
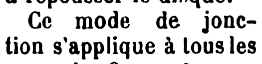


Fig. 10.

vient buter un ressort dont est pourvue l'extrémité du porte-lampe qui vient se visser sur la portion du support qui émerge du mur, ainsi qu'on le voit figure 8; ce ressort est relié à un fil central placé dans le porte-lampe et qui se termine à l'autre extrémité par un autre contact destiné à établir la communication avec la lampe. Tous les isolements sont obtenus au moyen d'une pierre artificielle fabriquée spécialement et présentant une grande dureté. Le commutateur en usage, pour permettre au consommateur de se servir à son gré de la lampe, est également montré en coupe sur la figure 8. Le fil central venant de la lampe se divise en deux branches aboutissant aux contacts AA susceptibles d'être reliés par un disque en laiton B moulé sur une came D que commande la manette *e*. En agissant sur cette manette, on détermine la rotation de la came et, suivant le cas, la mise en contact ou hors contact du disque et des pièces A, A, le ressort C tendant à repousser le disque.

Ce mode de jonction s'applique à tous les dispositifs ; sur la figure 9 on voit un joint à articulation. Le fil central de l'un des bras se termine à un contact creux A dans lequel s'appuie un ressort B relié au fil central de l'autre bras.


Fig. 11.

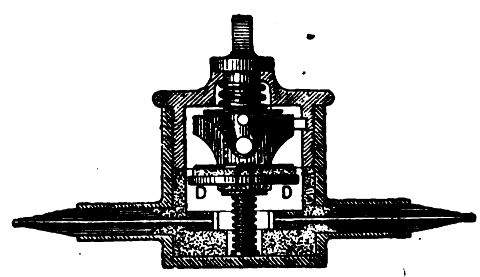


Fig. 12.

Le mouvement de rotation s'effectue autour du contact creux.

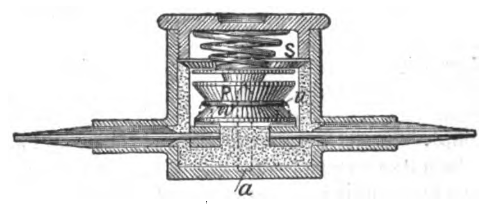


Fig. 13.

L'assemblage à genouillère se fera avec la même simplicité, ainsi qu'on le voit figure 10. A est le support ordinaire avec son contact creux

B dans lequel s'appuie le ressort terminant le fil central du support. L'appareil est suspendu à un joint à rotule C dont le centre d'oscillation est le contact B.

Les joints permettant de relever ou d'abaisser à volonté les lampes sont formés de deux tubes télescopiques isolés l'un de l'autre par la pierre isolante dont nous avons déjà parlé. On peut également avoir des fils de suspension flexibles qui viennent se visser au plafond soit sur un support, soit sur une pièce scellée dans le plafond (fig. 11).

Les grands commutateurs, pour la commande d'un certain nombre de lampes, sont établis comme celui de la figure 8 avec cette différence que le disque de contact est mis en mouvement

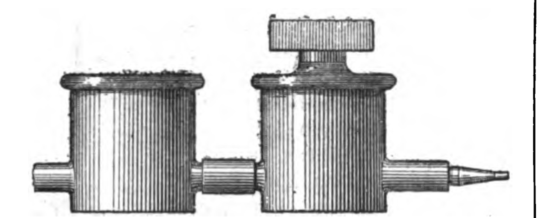


Fig. 14.

en agissant sur une tige carrée comme on le voit figure 12. Les coupe-circuit fusibles ont l'aspect de commutateurs sans manette. Ce sont des boîtes en laiton (fig. 13) formant le conducteur extérieur d'un piston P sur lequel est monté un fil fusible d'étain *w*, attaché à des contacts diamétralement opposés et qui, quand le piston est dans sa position normale, rencontrent les contacts des extrémités des conducteurs centraux qui sortent de la boîte de jonction avec les fils de distribution. Un ressort S fixé au couvercle agit pour assurer le contact, une cheville latérale *a* empêche le déplacement du piston. Les commutateurs et les coupe-circuit fusibles sont réunis, ainsi que le montre la figure 14.

L. F.

(*Electrical Review.*)

Nouvelles dispositions pour caisses de résistances électriques

Par le Dr K. Feussner

Les caisses de résistances en usage jusqu'ici sont de deux catégories, celles en série et celles à décades. Comme on le sait, les caisses de résistances de la première catégorie sont formées de bobines de valeurs égales à 1, 2, 2, 5, 10, 20, 20, 50, etc., ohms (ou aussi 1, 1, 2, 5, 10, 10, 20, ohms, ou encore 1, 2, 3, 4, 10, 20, 30, 40, ohms). Toutes ces bobines sont montées suivant une série croissante l'une à la suite de l'autre et une cheville permet de mettre chacune d'elles en court circuit de manière à ne plus intercaler que la somme des autres bobines. Dans la deuxième catégorie, on se sert de 9 ou 10 bobines pour chacune des décimales de la résistance totale. Ces bobines sont montées les unes à la suite des autres et une cheville ou une manivelle permet de mettre en court circuit le nombre voulu de bobines

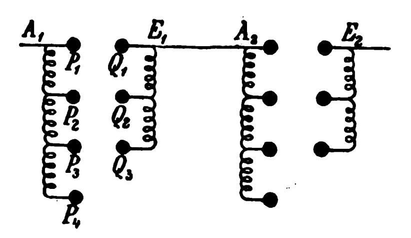


Fig. 1.

dans chaque décade. La première disposition a l'avantage de n'exiger qu'un nombre moindre de bobines. Ainsi pour une caisse susceptible de donner des résistances depuis 0,1 jusqu'à 99999,9 ohms, il suffira de 24 bobines, tandis qu'avec la caisse à décades il en faudrait de 54 à 60. Le

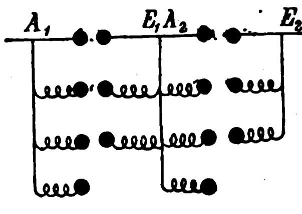


Fig. 2.

premier dispositif peut encore tenir dans une boîte de dimensions maniables, tandis qu'avec le second dispositif il faudra deux boîtes. Par contre, les résistances en série ont l'inconvénient d'obliger le courant à traverser un plus grand nombre de chevilles, ce qui entraîne une certaine

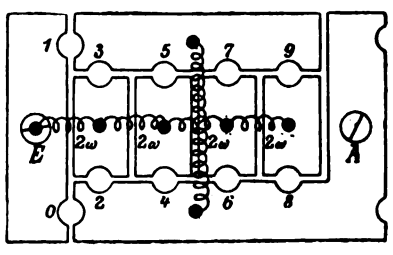


Fig. 3.

incertitude dans les mesures, ce qui peut être très gênant pour les observations un peu délicates; en outre, elles obligent à une addition pour avoir la résistance totale mise en jeu, tandis que cette résistance se lit immédiatement avec les caisses à décades. Enfin comme, dans les caisses à séries,

les chiffres de chaque décade peuvent être obtenus de différentes manières, il faut, pour pouvoir plus tard faire les corrections, noter soigneusement les bobines qui ont été utilisées dans chaque cas.

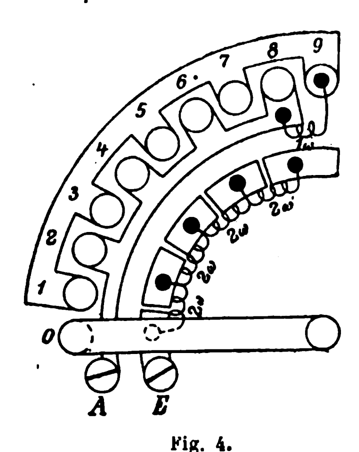


Fig. 4.

Les caisses à décades ont à cet égard l'avantage décisif que, pour un chiffre déterminé de chaque décade, la correction reste toujours la même. Pourtant, en Allemagne, on se sert plutôt des

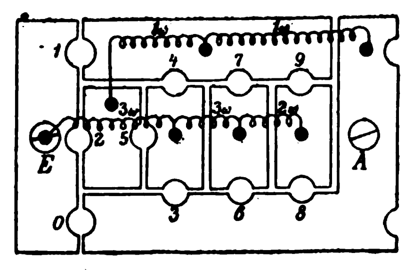


Fig. 5.

caisses à séries; en France et en Angleterre, au contraire, les caisses à décades paraissent avoir la préférence. La disposition indiquée dans ce qui suit me paraît devoir réunir les avantages

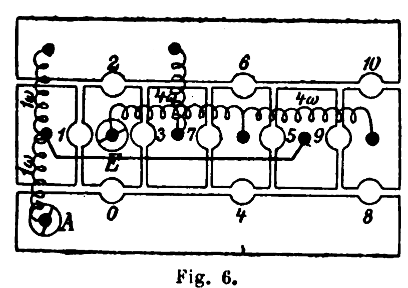


Fig. 6.

essentiels de chacune des deux catégories; comme les résistances sont obtenues par des combinaisons variées de deux groupes de bobines, je proposerais de désigner cette nouvelle disposition sous le nom de boîte de résistance à combinaisons.

Elle comprend deux groupes de deux à cinq résistances, pouvant être montés indifféremment en série ou en quantité. La figure 1 représente schématiquement la première disposition, la figure 2 la seconde. L'une des extrémités A_1 du premier groupe est reliée à la première des bornes de l'appareil et l'une des extrémités E_1 du second groupe avec la dernière borne; ou si, comme dans le cas

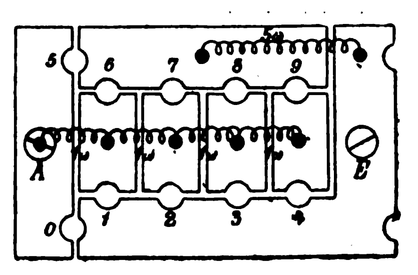


Fig. 7.

représenté par les figures, il existe plusieurs décades, au commencement de la décade suivante. Les autres points terminus P_1 à P_4 du premier groupe peuvent être reliés au moyen d'une cheville, d'une manivelle ou de tout autre dispositif, avec chacun des points terminus Q_1 à Q_3 du second groupe. On voit que, de la sorte, les cinq résistances permettent douze combinaisons différentes, le courant n'ayant toujours à traverser qu'une seule cheville pour chaque décade. Les figures 3, 4, 6 et 7 montrent quatre répartitions différentes de la valeur des bobines. La première et la quatrième disposition (fig. 4 et 8) sont les plus convenables pour la pratique courante; aussi ont-elles été reproduites (figure 5 et 9) avec commutateur à manivelle. Toutes ces figures se comprennent sans qu'il soit besoin d'explications.

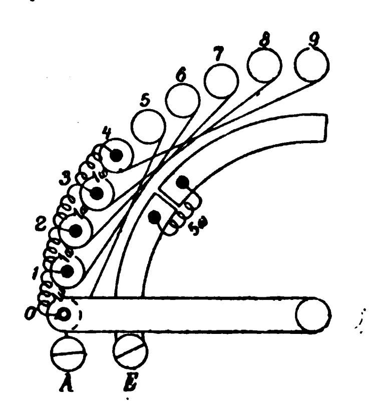


Fig. 8.

Le tableau ci-dessous donne le nombre et la

valeur des résistances de chaque groupe pour les quatre dispositions possibles.

Numéros des dispositions.		I.	II.	III.	IV.
Nombre des résistances du groupe	1.	1.	2.	3.	4.
Nombre des résistances du groupe	2.	4.	3.	2.	1.
Montant des résistances du groupe	1.	1.	1.	1.	1.
Montant des résistances du groupe	2.	2.	3.	4.	5.

Dans les quatre cas, chaque décade n'exige en tout que cinq résistances, c'est-à-dire une seulement de plus que dans les caisses à séries et grâce au système de combinaisons, une caisse de six décades peut cependant être placée dans une caisse maniable. Ce système a du reste sur les caisses à décades le double avantage d'une plus grande commodité et d'un prix moins élevé tout en convenant aussi bien pour les mesures délicates.

(*Elektrotechnische Zeitschrift.*)

L. F.

Quatorzième Assemblée de la « National Electric Light Assocication »

La quatorzième Assemblée annuelle de cette Association a eu lieu le 7 septembre à Montréal. Elle a réuni environ 300 personnes, toutes attachées aux industries électriques. Après les discours d'inauguration du président M. Huntley, du maire de Montréal, etc., un assez grand nombre de mémoires ont été lus ; nous résumons ici les plus intéressants :

Station centrale combinant les avantages des systèmes à courant continu et de ceux à courants alternatifs, par M. W. Leonard, de New-York.

Pour résoudre les difficultés qui se rencontrent actuellement, M. Leonard établit qu'il faut pourvoir aux conditions suivantes :

1° Fournir un courant continu à la partie centrale de la ville le jour, si l'on doit distribuer la force motrice ;

2° Alimenter les quartiers excentriques de courants alternatifs la nuit, si l'on doit subvenir à l'éclairage ;

3° Ne pas se servir du système à courants alternatifs quand la charge est légère, son effet utile étant très faible ;

4° Pouvoir fournir le courant pour un éclairage ininterrompu pendant les vingt-quatre heures de la journée ;

5° N'avoir qu'une série de conducteurs sur chaque point de consommation.

Pour réaliser ces conditions, M. Leonard propose ce qui suit :

1° Etablir les branchements de tous les consommateurs d'après le système ordinaire à trois fils ;

2° Relier tous les consommateurs aux conducteurs principaux du système à trois fils ;

3° Combiner le réseau des conducteurs principaux de manière que la section centrale du réseau puisse être séparée des sections excentriques par un système de commutateurs ;

4° Etablir des feeders à trois fils pour alimenter la partie centrale du système à pleine charge, et des fils primaires de 1 000 volts, avec transformateurs de courants alternatifs et circuits secondaires à trois fils pour alimenter les parties excentriques à pleine charge.

Construction et exploitation des chemins de fer électriques, par M. C.-S. Field, de New-York.

On entend souvent dans le public poser cette question : « Quelle vitesse peut-on atteindre dans « les chemins de fer électriques ? » Après les développements donnés au sujet dans plusieurs conférences remarquables, et l'expérience à laquelle a conduit la pratique, on peut répondre brièvement que dans la traction électrique, la vitesse et la force ne sont limitées que par la construction de la voie ; en d'autres termes, on peut arriver à toutes les vitesses à condition d'établir et d'entretenir la voie dans l'état convenable.

Un type de machine tend à se répandre largement pour cet usage, de même que pour les installations d'éclairage : c'est le type qui tient le milieu entre la machine Corliss et les machines à grande vitesse et qui participe à la fois des avantages des deux. Beaucoup d'ingénieurs et de constructeurs ont cherché à réaliser une machine qui réponde à cette définition ; cependant, il ne s'en trouve pas encore aujourd'hui sur le marché. Une machine de 500 chevaux de force marcherait à la vitesse de 140 à 150 tours et de 600 à 700 coups pour le piston.

Stations centrales mues par la force hydraulique, par M. Redman, directeur de la Compagnie d'Eclairage électrique Brush, à Rochester (N.-Y).

Un grand nombre de cours d'eau autrefois sans valeur sont utilisés aujourd'hui pour actionner des dynamos ; mais, en même temps, l'abondance des eaux va diminuant, à mesure que les forêts sont détruites et les propriétaires de cours d'eau cherchent, sur différents points du pays, le moyen d'emmagasiner l'eau pendant les saisons pluvieuses pour en disposer pendant les saisons sèches ; ou bien encore de l'emmagasiner le jour pour l'employer la nuit. Un grand propriétaire de l'ouest de l'État de New-York relève, pendant les mois de juillet et d'août, sa digue de 2 1/2 pieds (0,75 m) au moyen de planches — ce qui lui coûte 100 dollars (500 fr) — et met de la sorte en réserve pendant le jour l'eau qu'il lui faut pour la nuit. Ceci lui économise pendant ces deux mois 2 100 dollars (10 500 fr) de charbon.

La Compagnie d'Eclairage électrique de Johns-

town (N.-Y.) tire sa force motrice de la chute de Cuyadota; elle a presque doublé la force en portant la hauteur de chute à 75 pieds (22,50 m) par la construction d'une digue de 34 pieds (10,20 m) au-dessus de la chute.

L'année passée, on a commencé sur la Genesee River, entre Mont Morris et la chute du Portage, les travaux d'établissement d'un réservoir qui augmentera de 30 000 chevaux la force motrice de la ville de Rochester (N.-Y.) pendant toute l'année.

Les premiers modèles de roues hydrauliques furent les roues à aubes, qui n'utilisaient que la force d'impulsion de l'eau: vinrent ensuite les roues du type à réaction et d'autres.

Aujourd'hui l'on a les turbines Leffel, Victor, Lesner, Success et beaucoup d'autres. Les turbines les meilleures et les plus économiques ont un marché établi. Elles doivent être construites de manière à prendre l'eau sans en diminuer la vitesse de plus d'un tiers et à ne pas apporter d'obstacles à sa décharge après son passage par la roue, donner un bon effet utile sous charge partielle aussi bien qu'à pleine charge, être construites en bronze phosphoreux de première qualité pour résister à l'usure et aux hautes pressions.

Les stations mues par force hydraulique n'ont pas seulement l'avantage de l'économie de charbon sur celles qui sont mues par la vapeur; la station et les appareils peuvent être mieux entretenus, ce qui rend le séjour de l'usine plus agréable pour les employés et assure une importante diminution des frais de réparation.

L'électricité à l'Exposition de Chicago, par M. J.-Hornsby.

L'édifice de la section d'électricité à l'Exposition de Chicago mesurera 700 × 350 pieds (210 × 105 mètres); les marchés passés pour sa construction en portent le prix à 650 000 dollars (3 250 000 fr).

L'installation électrique de l Exposition est conçue sur des lignes grandioses. Elle sera de 24 000 chevaux-vapeur, elle comprendra 8 000 lampes à arc, 8 500 lampes à incandescence et 4 000 chevaux de force distribués aux exposants.

M. Hornsby, qui appartient à l'administration de l'Exposition, est en correspondance depuis six mois avec les électriciens de toutes les parties du monde pour réunir un Congrès international d'électricité à Chicago en 1893. Au point où en sont ses négociations, il peut dire que le projet est en voie de réussir au-delà de toutes les espérances. On compte sur la présence à Chicago des hommes les plus éminents de la profession; les plus hautes autorités de l'Europe ont promis de venir.

(*Scientific American.*)

J.

CHRONIQUE

Clôture de l'Exposition d'électricité de Francfort-sur-le-Mein. — L'Exposition d'électricité de Francfort-sur-le-Mein vient d'être close : elle a reçu 1 200 000 visiteurs.

La lampe Khotinsky. — Le capitaine Khotinsky vient de partir pour le Brésil afin d'y installer une manufacture de lampes à incandescence.

Chemin de fer électrique de Saint-Pétersbourg à Arkangel. — Le plus long chemin de fer électrique sera construit, paraît-il, en Russie. On étudie en ce moment dans ce pays un projet électrique, le plus audacieux qui ait encore été suggéré. C'est la construction d'une ligne de Saint-Pétersbourg à Arkangel, port de la mer Blanche, sur une distance de plus de 800 kilomètres. Le courant électrique serait fourni par une série de stations génératrices distribuées le long de la ligne.

Accumulateur solide J.-T. Niblett. — L'accumulateur de M. J.-T. Niblett n'a été employé qu'expérimentalement jusqu'ici; mais il repose sur une idée nouvelle qui mérite d'être signalée.

On sait qu'on a cru trouver le remède aux inconvénients bien connus des accumulateurs à électrolyte liquide dans l'emploi d'électrolytes secs ou gélatineux. C'est le principe des accumulateurs Schoop, Pumpelly, etc. Malheureusement, la difficulté de la circulation dans ceux-ci doit nécessairement se traduire par une perte d'effet utile et de capacité.

M. Niblett est parti d'une autre idée. Il conserve l'électrolyte liquide et, par conséquent, l'avantage capital de la facilité de circulation, mais construit l'appareil d'un ensemble massif de pièces solides très poreuses, supprimant ainsi les inconvénients des accumulateurs ordinaires.

Chaque élément consiste en une plaque extrêmement « celluleuse », pour parler comme l'inventeur, capable, par conséquent, d'absorber une quantité de liquide suffisante pour l'effet qu'on lui demande. Entre chaque plaque est interposé un diaphragme de matière inerte, également très « celluleux ». Le tout est enfermé dans une caisse métallique sans aucune solution de continuité.

Le liquide circule continuellement à travers les

« cellules » tant actives qu'inertes, la moindre évolution des gaz pendant la charge et la décharge suffisant pour provoquer cette circulation. Le gondolement des plaques et les accidents qu'il entraîne sont réduits comme on le veut dans cet ensemble massif, à la caisse duquel on peut donner telle résistance aux chocs qu'il faut. Enfin la résistance électrique intérieure s'y règle d'elle-même, car, à pleine charge, l'abondance des gaz engendrés tend à chasser le liquide des « cellules » des électrodes; les gaz y restent alors emprisonnés, augmentent la résistance interne et arrêtent l'action. Réciproquement, pendant la décharge, les gaz rentrent dans la combinaison chimique, le liquide vient de nouveau remplir les pores des électrodes, et l'action reprend.

Une batterie de douze de ces accumulateurs aurait marché depuis deux ans, fort maltraitée, et ne donnerait encore à cette heure aucun signe de détérioration. M. Niblett montre à ses visiteurs un accumulateur qu'il jette à terre plusieurs fois de suite sans que rien se dérange.

NÉCROLOGIE

L'ABBÉ CASELLI

CASELLI (JEAN), né à Sienne (Italie), le 25 mai 1815, vient de mourir à l'âge de 76 ans à l'hôpital Santa-Maria de Florence.

Caselli! Ce nom ne dit plus rien aujourd'hui, sauf à quelques vieux télégraphistes. Cependant, il y a quelques trente ans Caselli fut un homme célèbre, qui accaparait l'attention de toute la génération d'alors.

C'était un brave homme de prêtre qui ne fit point sa règle de l'article du *Syllabus* jetant l'anathème à la société et à la science. Plus savant que théologien, il s'appliqua à l'étude des problèmes de la mécanique et de la physique et inventa le fameux pantélégraphe qui fut à cette époque des débuts de la télégraphie la merveille des merveilles.

A vingt ans, il entrait dans les ordres et recevait le diaconat avec un bénéfice. Très estimé pour la douceur de son caractère, sa fine intelligence et son savoir, il fut appelé à Parme par le comte de Sanvitale, comme précepteur de ses fils. Bien qu'il fût élève de Nobili, il négligea, pour l'histoire et les lettres, la théologie et la physique. Il devait revenir à cette dernière.

Mêlé à la politique, il fut exilé du duché de Parme, à la restauration du duc, en 1849, et se retira à Florence. Ce fut là qu'il reprit l'étude de la mécanique et de la physique, particulièrement celle du magnétisme et de l'électricité. Dans ses expériences et ses recherches il se servait d'appareils qu'il construisait lui-même, aidé de son frère Ludovic, statuaire et mécanien distingué.

Parmi les écrits qu'il publia figurent : *L'Éloge de Nobili* et *Discours critique sur l'histoire des républiques italiennes au moyen âge, de S. de Sismondi.* En 1854, il fonda un journal de physique illustré, *La Recreazione.*

C'est en 1856 qu'il commença à travailler à son pantélégraphe. Il fit lui-même ses premiers appareils, mais il fit construire les autres à Paris, par Froment.

La nouvelle qu'un inventeur avait trouvé le moyen de transmettre l'écriture, des dessins, de la musique fut un événement qui occupa en France, et sans doute ailleurs aussi, tous les esprits et appela l'attention de Napoléon III lui-même qui écrivit plusieurs lettres de sa main à Caselli pour le féliciter et l'encourager.

Le pantélégraphe fut d'abord essayé entre Paris et Amiens. Le 14 févier 1865, un décret autorisa sa mise en service et la correspondance fut établie entre Paris et Marseille et enfin entre Paris et Lyon.

La description de l'appareil de Caselli n'aurait plus aujourd'hui qu'un intérêt rétrospectif. Disons seulement qu'il était basé sur le synchronisme de deux balanciers dont le mouvement était entretenu par des émissions de courant et que la reproduction des dessins s'effectuait par décomposition chimique au moyen de deux styles courant l'un, au départ, sur l'original à transmettre écrit avec une encre isolante, et l'autre, à l'arrivée, sur une feuille imbibée de prussiate jaune de potasse. Les caractères se trouvaient reproduits en bleu foncé sur fond blanc.

La vitesse de transmission était de 20 mots par minutes. On espérait la dépasser. Cependant le public n'apprécia point, comme on le croyait, l'avantage que présentait la transmission de ces autographes et le pantélégraphe fut abandonné ; en 1868, il fut relégué parmi les appareils historiques du musée des Télégraphes où l'on en peut voir encore plusieurs exemplaires.

Cette existence éphémère semble d'ailleurs être le sort de tous les appareils dits *autographiques*. Ceux de Meyer et de d'Arlincourt ont duré moins longtemps encore que le pantélégraphe.

Caselli se consolait en vrai philosophe de l'insuccès de son idée et suivait avec intérêt les tentatives faites après lui pour parvenir au même résultat par des moyens différents. Il applaudissait aux progrès réalisés en télégraphie tout en revenant, vers la fin de sa vie, à son idée fixe et disait : « J'ai eu tort, je n'aurais pas dû appeler mon appareil pantélégraphe. On a cru que je voulais détrôner le télégraphe. J'ai fait peur. »

C'est une illusion qu'on peut pardonner à son grand âge. Puisque les systèmes autographiques postérieurs au sien, plus expéditifs, bien que peut-être moins parfaits, n'ont pas résisté davantage, il faut croire qu'ils ne satisfaisaient pas à un besoin réel. Il faut d'ailleurs à notre fin de siècle fiévreuse la rapidité, les grands rendements et tel, qui peut se flatter aujourd'hui d'avoir atteint le *summum* des desiderata, sera distancé demain. Messieurs les inventeurs heureux, que Caselli vous serve d'exemple ! Acceptez, comme lui, philosophiquement, la défaite et la désillusion qui peut-être vous attendent.

Nous perdons en Caselli un savant et un sage que regretteront les vieux télégraphistes témoins de ses travaux et dont la mémoire est digne du respect de tous les amis du progrès.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LES CABESTANS ÉLECTRIQUES

On peut aujourd'hui dire avec une certitude complète que chaque fois qu'il s'agit de produire en un lieu un travail intermittent et dont la durée effective est une fraction assez faible de la journée, l'électricité est le mode de transformation le plus commode et le plus avantageux de l'énergie dont on dispose. C'est le cas pour les cabestans employés dans les chemins de fer, et c'est pourquoi la Compagnie des chemins de fer du Nord qui employait depuis quelques années des cabestans hydrauliques pour la manœuvre des wagons et des machines y a substitué en partie des cabestans électriques

En effet, le travail effectif total produit par chaque cabestan pendant une journée ne justifie pas la marche continue et coûteuse d'appareils considérables et chers, comme les moteurs à vapeur, les pompes, les accumulateurs, etc., dont se compose une installation hydraulique. L'utilisation ne ressort, en effet, en moyenne qu'à 16 0/0 pour le plus employé.

En outre, un accumulateur hydraulique n'est pas, à proprement parler, un accumulateur d'énergie, c'est tout au plus un fort volant. Pour un poids de 40 tonnes ayant une course de 5 mètres — ce qui représente déjà des dimensions que l'on dépasse rarement — on ne dispose au maximum que de 200 000 kilogrammètres, soit à peu près 2/3 de cheval-heure (quelques manœuvres), tandis qu'une batterie d'accumulateurs du même prix et pesant au plus 1/10 de l'accumulateur hydraulique contient en réserve une cinquantaine de chevaux-heure et permet de se soustraire à l'obligation d'une charge continue de tous les instants.

D'autres raisons militent en faveur de l'application électrique. Il est toujours facile de donner à un appareil électrique un rendement, en régime normal, supérieur à celui d'un appareil hydraulique remplissant le même but et également en régime normal. De plus, le moteur électrique bénéficie d'un avantage, considérable dans le cas qui nous occupe et inhérent à tout moteur électrique, celui d'exiger une puissance presque nulle si la résistance mécanique opposée est nulle, alors que, dans les mêmes conditions, le moteur hydraulique exige, au contraire, la puissance fournie maxima. Et ceci est très important. Une manœuvre n'est jamais théorique : avant et après la période vraiment utile de la manœuvre, il y a rotation sans effort pour plusieurs raisons : par les temps de pluie les cordes glissent considérablement sur les poupées ; souvent les pédales de mise en marche, à cause de cette espèce d'état de surexcitation des hommes manœuvrant, ne sont remises qu'incomplètement à l'arrêt, toutes circonstances de marche faisant se rapprocher la dépense d'énergie de celle de la marche à vide, c'est-à-dire coûteuse pour les appareils hydrauliques et vidant les accumulateurs à eau en un clin d'œil.

Il suffit donc d'actionner les cabestans électriques en les plaçant en dérivation sur une canalisation à lumière existant ou, quand il n'y en a pas, à l'aide d'une batterie d'accumulateurs que l'on charge de temps en temps avec un moteur spécial ou avec un moteur existant dont on ne dépense l'énergie que quand on la consomme, à l'envers de ce qui se passe avec le système hydraulique dont le moteur à vapeur fonctionne tout le temps.

Les cabestans employés dans les chemins de fer doivent satisfaire en général au programme suivant :

Développer un effort minimum de traction de 400 kg. à la périphérie de la poupée, avec une vitesse linéaire de 1,50 m par seconde correspondant pour une poupée de 0,40 m de diamètre à 70 tours par minute ; l'effort au démarrage doit pouvoir monter à 600 kg.

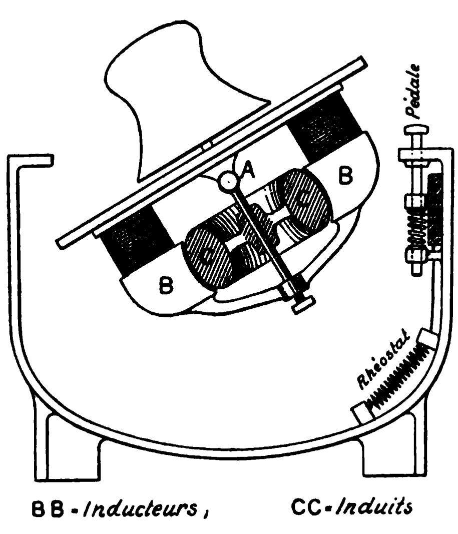


Fig. 1.

Voici les divers types étudiés par la Compagnie des chemins de fer du Nord :

Un premier type est resté en fonctionnement continu pendant deux ans à la station de Paris pour tourner les machines des trains-tramways Paris, Saint-Denis et Saint-Ouen, et a servi d'expériences pendant tout ce temps. Le moteur électrique était une série-dynamo à un seul anneau et à pôles conséquents du type Gramme, mais l'axe placée verticalement, cet axe portant un pignon denté communiquant son mouvement à une roue dentée calée sur l'arbre de la poulie (dans tous ces cabestans la poupée est verticale et en porte-à-faux).

Une autre machine à deux anneaux du type Marcel Deprez, communiquant le mouvement de son axe horizontal à celui de la poupée verticale à l'aide de cônes de friction, a été abandonnée par suite de l'impossibilité d'empêcher les glissements des cônes les uns sur les autres et remplacée par une dans laquelle des engrenages coniques étaient substitués aux cônes de friction.

Enfin, les engrenages, étant définitivement reconnus comme encombrants, fragiles et absorbant trop de travail, ont été supprimés dans le type auquel on s'est arrêté et cela en employant une machine multipolaire dont l'arbre est le même que celui de la poupée. L'anneau est aplati et d'un très grand diamètre ; il y a 8 pôles. Chaque appareil est enfermé dans une cuve hémisphérique dont le couvercle sert de culasse aux inducteurs et peut pivoter autour d'un axe horizontal A, passant par le centre de gravité du système (fig. 1), ce qui permet le facile accès des pièces pour le nettoyage et les réparations.

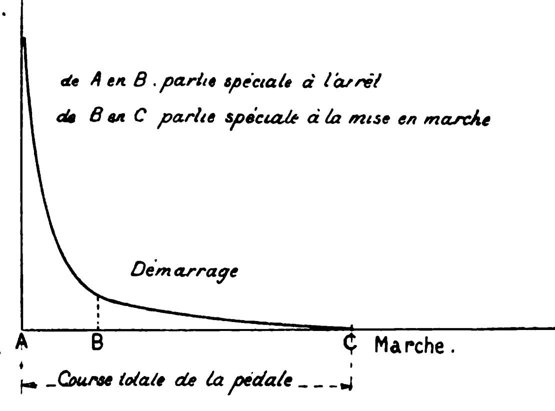


Fig. 2.

Ce type est actuellement construit par la Maison Hillairet.

Le rendement de ces appareils ne peut évidemment pas être très élevé, puisqu'on ne peut pas leur donner une très grande vitesse. Mais ici le rendement importe peu. Il vaut beaucoup mieux avoir un faible volume et un bas prix de construction qu'un bon rendement, puisque, dans les modèles les plus récents, le prix de l'intérêt et de l'amortissement du capital engagé est encore plus fort que le prix de l'énergie dépensée.

Même à ne considérer que la dépense par tour (et c'est la seule à bien considérer fina-

lement), il vaut mieux quelquefois que le rendement soit bas, pourvu que ce rendement bas corresponde à une grande vitesse, de manière que la dépense par tour soit faible.

Dans les derniers types construits, la manœuvre (pour tourner une machine) dure une trentaine de secondes (moyenne de manœuvres bien et mal faites). Cette manœuvre correspond à un travail mécanique de 3 à 4 000 kilogrammètres et exige de 8 000 à 8 500 kilogrammètres électriques.

Le rendement est donc de 40 à 50 0/0.

La corde qui exerce la traction sur les wagons ou machines n'est pas fixée sur la poupée, c'est son adhérence dans les trois tours qu'elle fait qui suffit à l'empêcher de glisser. Comme il faut n'employer qu'un homme à la manœuvre et que ses mains tiennent la corde et la tirent à mesure qu'elle se déroule, l'introduction du courant et sa rupture doivent être faites à l'aide d'une pédale.

Cette pédale de mise en marche et d'arrêt doit aussi servir pour éviter que le courant, lors de son introduction, atteigne une valeur inutile et dangereuse. A cet effet. elle agit sur un commutateur de rhéostat qui doit remplir les conditions suivantes : pour le départ, introduire une résistance empêchant l'intensité de monter au-delà de celle nécessaire au

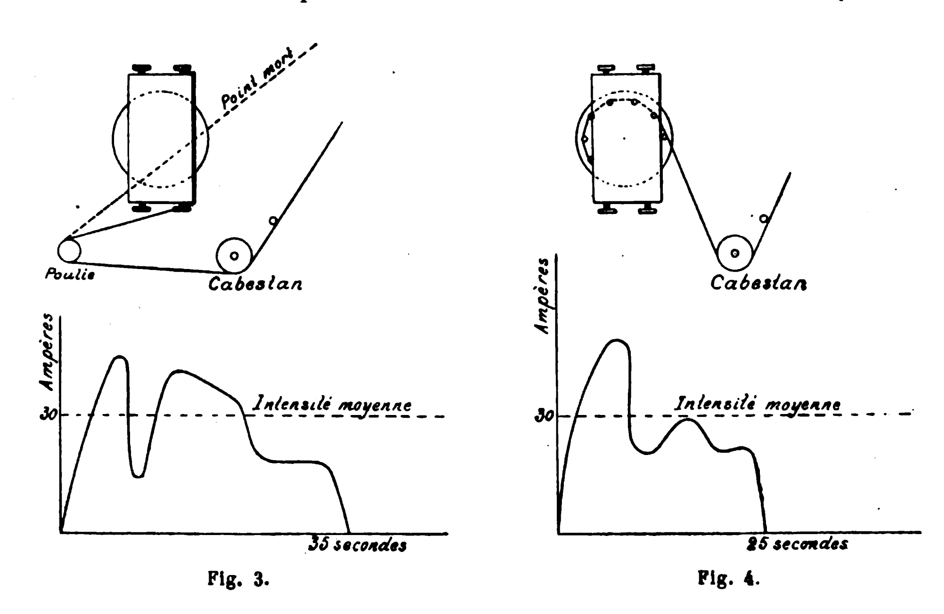


Fig. 3. Fig. 4.

démarrage, résistance très faible et qu'il faut enlever graduellement dans un temps plus grand ou au moins égal à celui que met l'appareil à atteindre sa vitesse de régime, c'est-à-dire qu'il faut appuyer doucement sur la pédale et consacrer les 3/4 ou 3/5 de sa course à cette manœuvre, l'autre partie de la course étant destinée à l'arrêt de l'appareil, c'est-à-dire à abaisser progressivement l'intensité du courant, à réduire l'extra-courant et à en diviser l'étincelle en introduisant des résistances de plus en plus grandes.

Si l'on figure en abscisses les fractions de course et en ordonnées les résistances en circuit correspondant à ces fractions de courses on doit avoir la courbe représentée figure 2.

Ces précautions sont très importantes et la durée des appareils dépend de leur observation, surtout en ce qui concerne les fils, le collecteur et le commutateur.

La rotation des machines a d'abord été effectuée en faisant tirer la corde sur la locomotive elle-même, comme le montre la figure 3. Aujourd'hui elle s'effectue en tirant sur la plaque tournante aménagée à l'aide de taquets en fonte pour faire l'office de poulie (fig. 4).

Ce second procédé est préférable, il évite les points morts et par conséquent les à-coups dans la machine électrique et exige aussi une moins grande dépense d'énergie par rotation. Il y a pratiquement une économie de 25 à 30 0/0.

Dans le premier appareil qui a servi pendant deux ans comme essai, la dépense exigée pour une demi-rotation de plaque tournante était de 20 à 25 watts-heure. Cet appareil fonctionnait à peu près 70 fois par jour et le relevé des dépenses nécessitées par lui pour une année s'est élevé à 1 550 fr ainsi répartis :

Charge des accumulateurs, graissage.	750
Réparations au cabestan.	250
Réparations aux accumulateurs.	50
Main-d'œuvre et dépenses diverses.	500

Le chiffre de la charge peut paraître excessif. Cela provient de ce que l'on chargeait les accumulateurs de très loin et avec un moteur à gaz. Le chiffre des réparations est très grand aussi parce que l'on avait affaire à un premier appareil très brutalisé à cause d'une mauvaise disposition primitive du rhéostat qui occasionna des accidents. Malgré cela, le prix de revient par jour s'est élevé à 4,25 fr et 6,50 fr en tenant compte de l'intérêt et de l'amortissement du capital engagé, alors qu'il aurait été de 8,50 fr pour un cheval et un homme.

Depuis l'adoption du dernier type, ces chiffres ont considérablement diminué dans les gares, comme celle de Paris, où le courant est pris à forfait sur une usine centrale de distribution, ainsi que dans les autres gares du réseau.

C'est ainsi qu'à Saint-Ouen, où un de ces cabestans remplace un cheval et un homme, la dépense par jour en énergie électrique est tout au plus de 1 500 watts-heure, — ce qui met le prix de revient par jour à 2 francs environ, en y comprenant l'intérêt et l'amortissement du capital engagé (ces chiffres sont plutôt trop forts que trop faibles).

Le travail de ce cabestan est le même que celui du précédent ; il opère 70 rotations de machines par jour.

Du reste, tout l'avantage que l'on tire de ces cabestans paraîtra évident, quand nous dirons qu'il y en a déjà sur le réseau du Nord une soixantaine en fonctionnement.

P. B.

LE TÉLÉGRAPHE IMPRIMEUR MULTIPLE J. MUNIER

(*suite* [1])

Récepteur

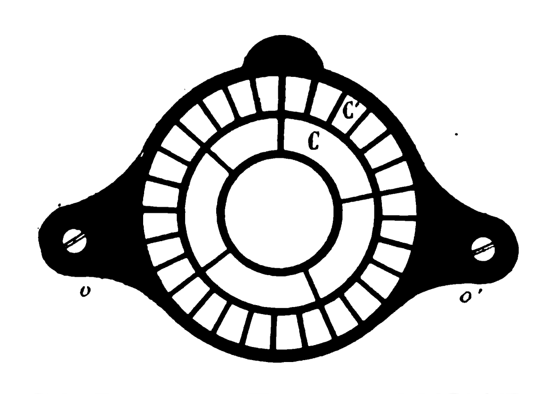
Collecteur. — Le collecteur que la figure 37 représente en élévation et en plan est constitué par un disque en ébonite muni de deux oreilles *oo'* destinées à le fixer sur les entretoises EE' vissées sur la platine d'avant de l'appareil Hughes. Son diamètre est le même que celui de la roue des types en avant de laquelle il se trouve placé.

Sur ce disque en ébonite sont disposées deux couronnes concentriques C et C'. La couronne extérieure C' comprend vingt-huit divisions ou plots, correspondant aux vingt-huit caractères de la roue des types du Hughes. La couronne intérieure C ne comporte que cinq divisions ou secteurs. Les quatre premiers secteurs correspondent chacun à six plots ; le cinquième et dernier, à quatre plots seulement.

Les tiges filetées qui servent à fixer chaque plot ou secteur sur le disque d'ébonite

[1] Voir *Electricien*, 2e série, tome I, p. 101, 137, 185, 313, 394 et tome II, p. 41 et 129.

traversent ce dernier et émergent dans une gorge circulaire creusée sur la face opposée. On y attache les fils de communication qui sont recouverts par un couvercle C° destiné à les protéger. Indépendamment des fils intérieurs qui servent à établir des communications entre divers plots, onze fils extérieurs, réunis en un câble qui part de la boîte des coupures, aboutissent au collecteur et correspondent aux dix chevalets des armatures des électro-clés et des électro-lettres, ainsi qu'au circuit du premier secteur représenté par les ressorts de disjonction.



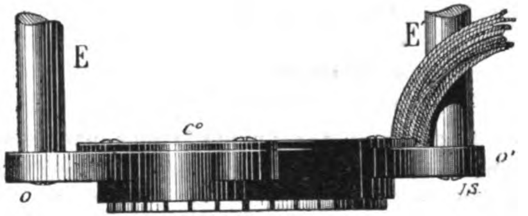


Fig. 37.

On a ainsi la réalisation pratique du collecteur théorique dont il a été parlé dans l'exposé du principe de l'appareil et que montre la figure 2 [1].

Le collecteur est percé en son centre d'une ouverture donnant passage au manchon du porte-balais.

Le porte-balais (fig. 38) est du même modèle que celui du distributeur dont il ne diffère que par ses dimensions plus petites, puisqu'il ne porte que deux balais au lieu de cinq, et par la manière dont le cylindre *y* qui porte les balais est serré sur son support S.

La douille en laiton *d*, sur laquelle est fixé le cylindre en ébonite, au lieu d'être percée d'un trou taraudé destiné à recevoir une vis de serrage, se termine par une partie filetée qui passe librement à travers le bras du support S et sur laquelle s'engage un écrou à main E permettant de serrer le cylindre sur son support.

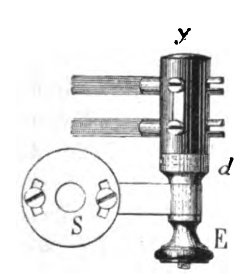


Fig. 38.

Le réglage de chaque porte-balais et de chaque balai pris individuellement s'effectue de la même manière que le réglage des organes similaires du distributeur.

Le porte-balais du collecteur devant, comme la roue des types qu'il dessert, tourner synchroniquement avec le distributeur, est, à cet effet, rendu solidaire de la roue correctrice par l'intermédiaire d'un manchon spécial *mm'* (fig. 39), fixé sur le manchon M de la roue correctrice et se prolongeant en avant du collecteur pour servir de support au porte-balai.

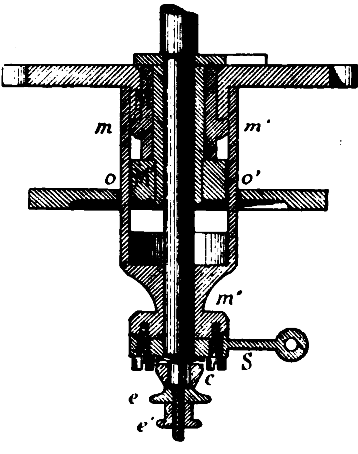


Fig. 39.

Afin de lui permettre de traverser la roue des types sans gêner les mouvements de cette dernière pendant l'inversion des chiffres et des lettres, il est ouvert sur une partie de sa longueur et les deux parties qui restent passent à travers deux ouvertures *oo'*, ménagées sur la roue des types que la figure 40 représente en élévation.

[1] Voir *Électricien*, n° 7, p. 103.

Comme on le voit, le manchon *mm'* passe d'abord librement sur le manchon M' de la roue des types, traverse ensuite cette dernière et enfin le collecteur, en avant duquel se trouve son extrémité libre servant de support au porte-balais.

L'ensemble du montage de la roue correctrice, de la roue des types, du collecteur et du porte-balais est montré par la figure 41.

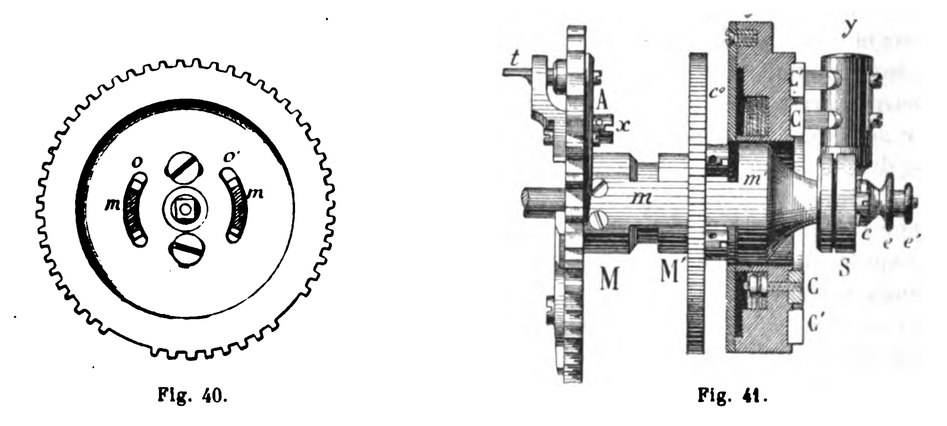


Fig. 40. Fig. 41.

Correction locale des roues des types d'un même poste. — Le synchronisme entre le distributeur et les roues des types des récepteurs dans un même poste est maintenu à l'aide d'organes spéciaux, produisant une correction locale, à chaque tour, par le décliquetage automatique de la roue des types.

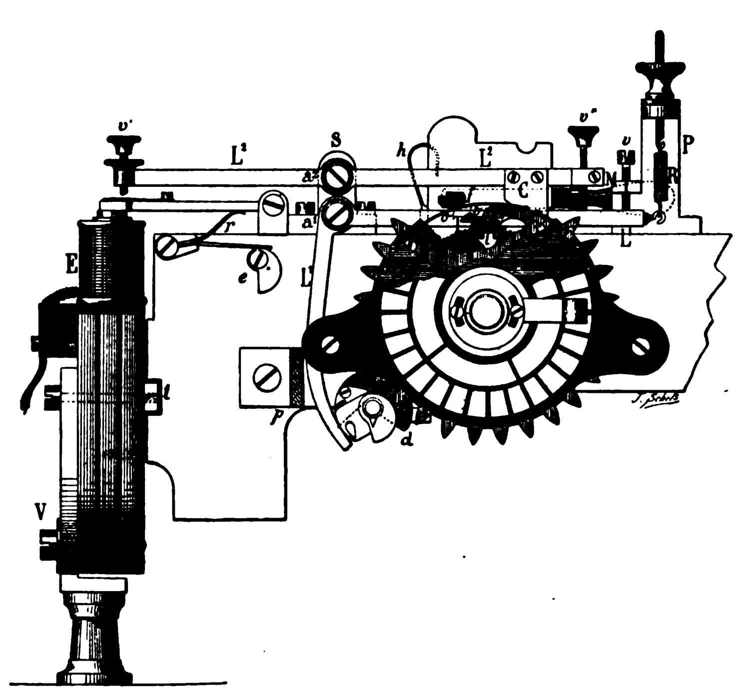


Fig. 42.

A cet effet, la roue des types de chaque récepteur est commandée par deux leviers, dont l'un L^1 (fig. 42) sert de *levier d'arrêt* et l'autre L^2 de *levier de départ*. Ils sont montés tous deux sur un support commun S', oscillent respectivement autour de leurs axes a^1 et a^2 et sont mis en mouvement par l'armature d'un petit électro-aimant Hughes E appelé *électro-aimant de départ*.

Le levier d'arrêt L^1 sert, non seulement pour la correction locale de la roue des types pendant la marche en multiple, mais aussi comme levier de rappel au blanc lorsque l'appareil Hughes est utilisé en simple.

Comme on le voit sur la figure 42, ce levier est recourbé en forme d'équerre. Sa par-

tie horizontale s'avance entre la roue de frottement et la platine, et son extrémité libre se présente en regard d'un pont P, fixé sur la partie supérieure de la platine d'avant de l'appareil Hughes. Ce pont porte une vis *v* destinée à régler l'amplitude du mouvement du levier et un ressort de rappel R servant à le maintenir appuyé contre le pied de la vis *v*. Cette partie horizontale du levier porte un butoir *b* et un double plan incliné *i*.

La partie verticale du levier L^1, recourbée à son extrémité libre, vient se placer en regard d'une came spéciale *d*, dite *came de dégagement*, dont on examinera le fonctionnement un peu plus loin.

Lorsque le levier d'arrêt est au repos, c'est-à-dire dans la position indiquée par la figure 42, le butoir *b* se trouve placé sur le parcours d'un taquet T, fixé sur la face postérieure de la roue correctrice, et le plan incliné *i*, sur celui de la goupille du cliquet de cette même roue. Dès que, par suite du mouvement de rotation de la roue correctrice, la goupille du cliquet, en raison de la vitesse acquise, a franchi la montée du plan incliné *i* et s'apprête à retomber de l'autre côté, la roue correctrice se trouve arrêtée brusquement par le taquet T qui arrive au contact du butoir *b*. Dans ces conditions, le cliquet abandonne la roue de frottement, qui continue seule à tourner.

Le levier de départ L^2 (fig. 42) est horizontal et porte à chacune de ses extrémités libres une vis v' et v'' ; la vis v' se trouve directement placée au-dessus de l'armature de de l'électro-aimant E, tandis que la vis v'' appuie sur la partie horizontale du levier L^1. Une came C est fixée sur la partie du levier L^2 située à droite de l'axe a^2.

Chaque fois que l'armature de l'électro-aimant E se soulève, par suite du passage du courant émis à chaque tour par la couronne locale du distributeur, elle fait basculer le levier L^2. Dans ce mouvement, la vis v'', appuyant sur le levier d'arrêt L^1, force celui-ci à s'abaisser; il prend la position indiquée par la figure 43, dans laquelle le butoir *b* ne se trouve plus alors en présence du taquet T. Aussitôt, sous l'action du ressort antagoniste du cliquet, la goupille, fixée sur ce dernier, glisse sur le plan incliné et le cliquet embraye avec la roue de frottement, entraînant ainsi tout le système de la roue correctrice. Au moment où la roue des types commence une révolution, le taquet T rencontre sur son parcours la came C, fixée sur le levier L^2, sous laquelle il glisse en forçant ce levier à se soulever progressivement, de manière que la vis v^1 ramène l'armature au contact des noyaux de l'électro-aimant.

Le réglage de l'armature de l'électro-aimant E s'effectue à l'aide du ressort *r* dont on peut faire varier la tension en manœuvrant l'excentrique *e*.

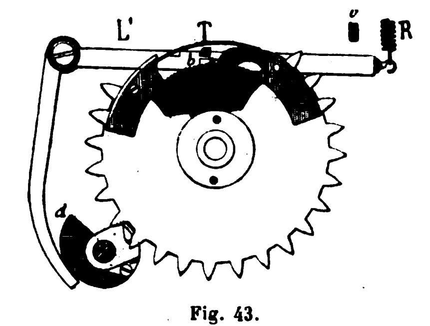


Fig. 43.

Il reste maintenant à examiner le rôle et le fonctionnement de la came de dégagement qui se trouve placée en regard de l'extrémité libre de la partie verticale du levier L^1 (fig. 43).

Lorsque l'appareil fonctionne en multiple, elle pousse la partie recourbée du levier vers la gauche et dégage ainsi le taquet T au moment où la came correctrice arrive entre les dents de la roue correctrice, évitant ainsi les chocs qui résulteraient de la rencontre de la came avec la roue si cette dernière était arrêtée par le butoir *b*.

Lors du fonctionnement du Hughes en simple, cette came *d* a pour but d'abaisser suffisamment le levier L^1, à la première révolution de l'arbre imprimeur, pour que la came de rappel au blanc qui va être décrite s'engage sur le levier afin de le maintenir abaissé.

Rappel au blanc. — Quand le récepteur doit fonctionner comme Hughes simple, le levier d'arrêt est utilisé pour le rappel au blanc. Le plan incliné *i* et le butoir d'arrêt *b* (fig. 44) servent, comme en multiple, à produire l'arrêt de la roue correctrice et de la roue des types

à l'aide d'une came *f* sur laquelle on agit à volonté en manœuvrant une manette M qui lui sert de support.

Cette came et sa manette sont disposées de manière à pouvoir occuper deux positions différentes correspondant l'une à la marche en multiple, l'autre à la marche en simple. A cet effet, la came *f* est engagée entre les deux leviers L^1 L^2 en avant de la platine de l'appareil, tandis que la manette M se trouve placée en arrière, afin qu'elle puisse être manœuvrée plus facilement. La came *f* est rendue solidaire de la manette par l'intermédiaire d'un axe qui traverse la platine.

Lorsque la manette est dans une position horizontale, la came *f* se trouve placée entre les deux leviers de telle façon qu'elle ne gêne pas leur fonctionnement et qu'ils puissent obéir à l'action de l'armature de l'électro-aimant de départ. Dans la position verticale de la manette, la came peut prendre une des deux positions que montre la figure 44.

La longueur de la came *f* est calculée de telle sorte que, lorsque la manette est

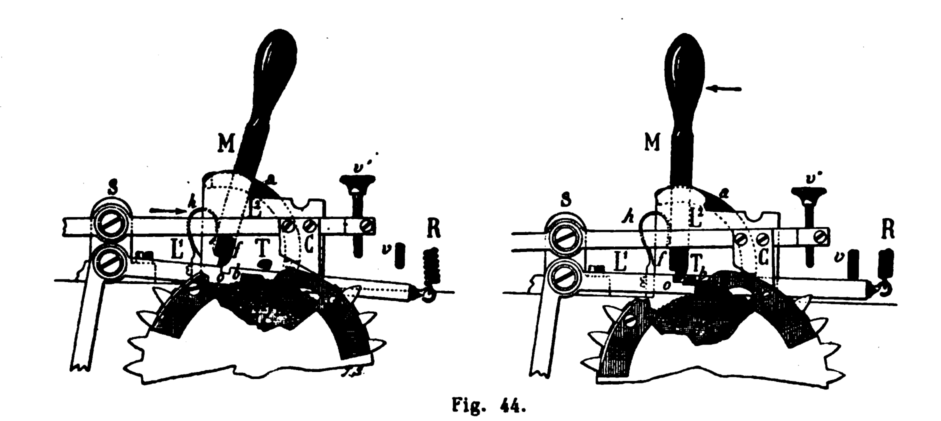


Fig. 44.

complètement verticale, c'est-à-dire dans la position indiquée dans le dessin à droite de la figure 44, le levier de départ L^2 est soulevé et paralysé complètement, la vis *v'* (fig. 42) appuyant sur l'armature de l'électro-aimant ; la pointe de la came est alors engagée dans une encoche rectangulaire *o* pratiquée sur le levier d'arrêt L^1. Dans ce cas, la roue des types est à l'arrêt.

Si, au contraire, on donne une légère inclinaison à la came vers la droite, elle s'engage sur la partie pleine, le levier L^1 s'abaisse et la roue des types peut tourner librement (dessin de gauche fig. 44). Ce mouvement d'inclinaison de la came est obtenu automatiquement sous l'action d'un ressort antagoniste *h*, fixé sur la platine de l'appareil et agissant directement sur la manette. Il suffit que le levier s'abaisse suffisamment pour que la came puisse sortir de l'encoche et s'engage sur le levier sous l'action du ressort ; on a vu plus haut que cet abaissement du levier était produit par la came de dégagement.

La came *f* a une longueur telle que sa pointe s'engage exactement sur le levier en sortant de l'encoche *o* au moment précis où la came de dégagement est arrivée à son maximum d'action ; mais, afin de dégager complètement le levier L^1 et d'éviter, pendant la marche en simple, tout frottement de la came de dégagement contre la partie recourbée du levier, le ressort *h* est suffisamment énergique pour prolonger l'action de la came de dégagement en abaissant le levier d'arrêt encore d'une petite quantité et pour forcer la came *f* à s'avancer davantage. De cette façon, la partie recourbée du levier se trouve, au tour suivant, hors de portée de la came de dégagement.

Orientation de la roue des types et du porte-balais du collecteur. — On sait

qu'à l'état de repos la roue des types d'un appareil Hughes ordinaire ne présente pas le *blanc* sur la verticale passant par le centre de la roue et du cylindre imprimeur et que ce n'est que sous l'action de la came de correction, lorsqu'elle s'engage entre les dents de la roue correctrice, que le *blanc* est ramené à sa position normale. Ce déplacement du blanc par rapport à la verticale constitue l'orientation de la roue des types au repos, orientation rendue nécessaire par suite de l'action de la came correctrice qui, au premier mouvement de l'arbre imprimeur, s'engage dans la roue et la pousse légèrement en avant, pendant que la came d'impression projette le cylindre imprimeur contre la roue des types. C'est pourquoi, au repos, la lettre Z se trouve sur la verticale au lieu du *blanc*.

Lorsque l'appareil Hughes marche en multiple, l'orientation de la roue des types au repos n'est plus la même, car ce n'est plus la came de correction qui commande le départ, mais bien l'électro-aimant spécial qui actionne les leviers de départ et d'arrêt pour mettre en mouvement le porte-balais du collecteur. D'un autre côté, la rotation de l'arbre imprimeur n'a lieu que lorsque le balai passe sur la première division de la première série du collecteur, de sorte que la roue des types a déjà avancé d'une certaine quantité au moment où l'arbre d'impression est mis en mouvement par le courant de la pile locale, courant émis lorsque les balais passent sur la première division du collecteur. On ne peut pas, en effet, à l'état de repos, arrêter les balais sur la première division, car on enverrait un courant permanent dans l'électro-aimant imprimeur ; on est donc obligé d'arrêter les balais sur la partie isolée qui sépare la dernière série de la première, ce qui oblige à donner à la roue des types une orientation correspondant à deux caractères. Il s'ensuivrait que si, au lieu de travailler en multiple, on voulait utiliser le Hughes simple en se servant du chariot, la lettre imprimée en appuyant sur la touche du *blanc* serait la lettre Y.

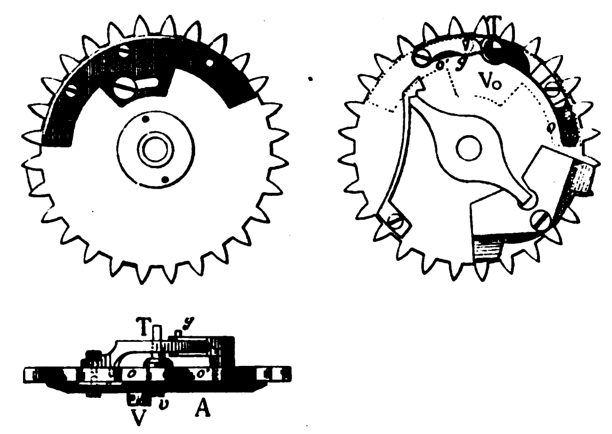


Fig. 45.

Pour éviter cet inconvénient, l'inventeur a donné une disposition spéciale au taquet d'arrêt, au cliquet et au ressort du cliquet qui permet de donner facilement à la roue des types les deux orientations nécessaires, suivant que l'appareil fonctionne en simple ou en multiple.

Cette disposition consiste à ne pas fixer directement ces trois organes sur la roue correctrice, mais bien sur une plaque mobile A (fig. 45), qui permet de les déplacer ensemble en faisant glisser la plaque sur la face antérieure de la roue correctrice. A cet effet, la roue correctrice est percée de deux ouvertures allongées *o* et *o'*, dans lesquelles passe à frottement doux la base du cliquet, du ressort et du taquet, afin de guider la plaque dans son mouvement de glissement. Une forte vis V passe dans une ouverture allongée pratiquée dans la plaque et sert à la fixer lorsque l'orientation voulue a été faite. La plaque mobile étant placée sur la face antérieure de la roue correctrice dans l'espace libre compris entre cette dernière et la roue des types, il est facile de la manœuvrer à la main, après avoir desserré la vis V. L'ouverture allongée que traverse la vis V a une longueur telle qu'il suffit de pousser la plaque jusqu'au bout, d'un côté ou de l'autre, pour obtenir chacune des deux orientations.

L'orientation en simple est obtenue lorsque la vis V appuie à droite, et l'orientation en multiple, lorsqu'elle appuie à gauche.

Chariot. — Le chariot de l'appareil Hughes a été modifié afin de permettre l'utilisation du clavier Hughes pour la transmission en multiple.

Dans la manipulation, la cadence seule doit guider l'opérateur lorsque l'appareil fonctionne en multiple et le bruit produit par le chariot lorsqu'il passerait sur un goujon soulevé par suite de l'abaissement de la touche troublerait la cadence. D'un autre côté, il pourrait arriver qu'au moment où la cadence indique qu'il faut appuyer sur une touche, le goujon correspondant se trouve sous le chariot, empêchant ainsi la touche de s'abaisser.

Comme le chariot n'a aucune fonction à remplir lorsque l'appareil est utilisé pour la marche en multiple, il n'y avait qu'à l'annuler dans ce cas. C'est ce que l'inventeur a obtenu de la manière suivante.

La roue d'angle R (fig. 46 et 47), au lieu d'être calée sur l'arbre du chariot, est montée sur un manchon *m*, muni d'une ouverture *o* à baïonnette dans laquelle s'engage une vis *v* qui permet de serrer à la main le manchon sur l'arbre.

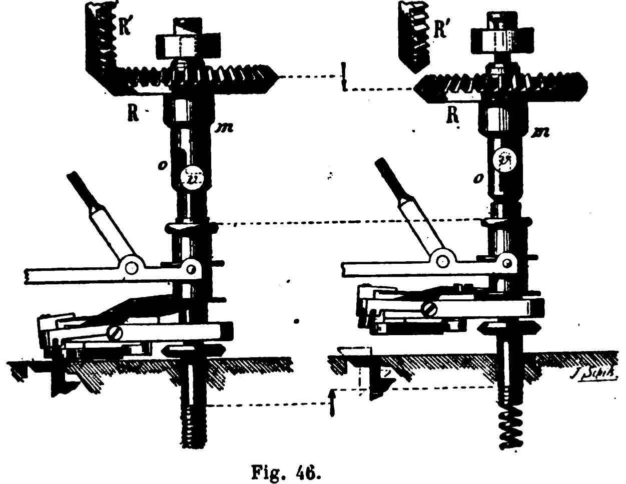


Fig. 46.

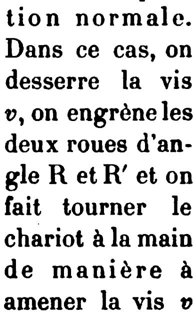


Fig. 47.

Si on veut marcher en simple, le chariot doit conserver sa position normale. Dans ce cas, on desserre la vis *v*, on engrène les deux roues d'angle R et R′ et on fait tourner le chariot à la main de manière à amener la vis *v* dans la partie horizontale de l'ouverture *o*, puis on la serre. Le chariot tourne alors avec le mouvement d'horlogerie et est prêt à fonctionner chaque fois qu'un goujon sera soulevé.

Lorsque, au contraire, le Hughes doit marcher en multiple, on desserre la vis et on fait tourner le chariot à la main pour amener la tige de la vis *v* en regard de la partie verticale de l'ouverture *o*. Le manchon *m* glisse alors sur l'arbre, et les deux roues R et R′ se séparent; en même temps, la lèvre du chariot s'éloigne de la boîte des goujons sous l'action de la crapaudine placée à la base du chariot, et, ce dernier étant ainsi immobilisé, rien ne s'oppose plus à la marche en multiple.

(*La fin au prochain numéro.*)

J.-A. Montpellier.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Construction des résistances sans self-induction

Par MM. W.-E. Ayrton et T. Mather

En faisant des essais sur des transformateurs, il y a trois ans, les auteurs de cette note eurent l'occasion de porter leur attention sur la construction des conducteurs électriques, dont la résistance apparente doit être égale en pratique à la résistance. Cette condition ne peut être remplie qu'en rendant le coefficient de self-induction faible en comparaison de la résistance; et, comme la première est indépendante de la matière employée (excepté si cette matière est du



fer), il est important de se servir de matériaux d'une haute résistance spécifique, par exemple le charbon ou le platinoïde. Nous avons choisi ce dernier en raison de son coefficient de température peu élevé.

Une des formes données à la résistance était celle de bandes de tôle de platine mince, d'environ 6 mètres de long et 0,04 m de large. Chaque bande était repliée en deux sur elle-même, avec interposition de soie mince entre les deux épaisseurs, et celles-ci liées ensemble avec du cordon étroit. Douze bandes semblables arrangées en série avaient une résistance de 2,95 ohms, et pouvaient supporter un courant de 15 ampères sans que leur résistance variât de plus de un dixième pour cent. Ces résistances ont été construites par MM. C.-G. Lamb et E.-W. Smith, alors étudiants à la « Central Institution »; les auteurs doivent tous leurs remercîments à ces Messieurs pour l'habileté qu'ils ont mise à surmonter les difficultés qui s'offraient à eux.

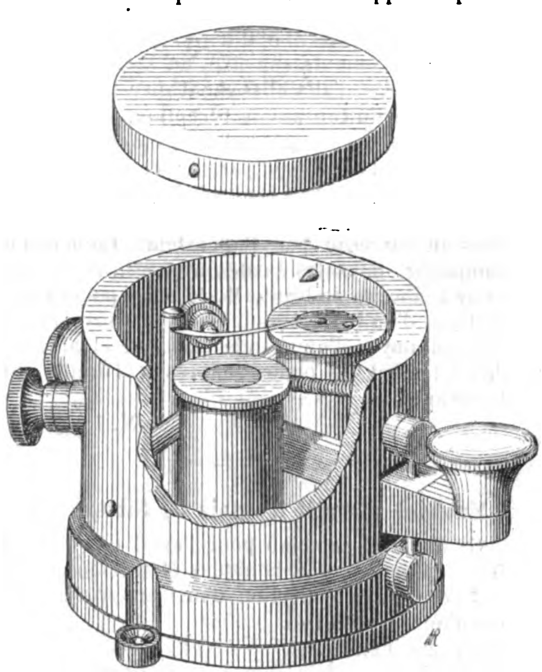
Une autre forme de résistance, portative, celle-ci, consiste en spirales de fil métallique nu ; pour chaque longueur, une spirale à gauche est placée à l'intérieur d'une spirale à droite d'un diamètre un peu plus grand, et les deux spirales sont couplées en dérivation. Nous avons trouvé que, dans cette disposition, la résistance apparente est réduite au dixième ou au vingtième de ce qu'elle est dans une spirale unique, suivant que les diamètres sont plus ou moins voisins de l'égalité. Quand les spirales sont en platine, le rapport de la résistance apparente à la résistance est très petit, en moyenne 1 : 500 000.

J.

(*Physical Society, Séance du 26 juin 1891.*)

Nouveaux appareils télégraphiques de campagne

Un ingénieux petit appareil télégraphique, n'occupant qu'un espace très restreint et comprenant un manipulateur et un parleur très sonore, vient d'être construit par MM. Elliott, qui lui ont donné le nom de « *The Unigraph* ». La figure ci-contre représente cet appareil en vraie grandeur, l'armature circulaire étant enlevée et une déchirure étant pratiquée dans la boîte pour montrer la disposition intérieure des organes. Le socle est en fer et forme la culasse de l'électro-aimant. L'armature, tenant lieu de couvercle, constitue l'un des caractères spéciaux de l'invention : c'est un disque creux qui remplace le prisme ou le tube ordinairement employés. Sa forme et son épaisseur sont calculées de telle sorte que le son est clair et plus fort que dans les instruments similaires. Ce disque oscille sur deux pivots ; un léger ressort, que montre la figure, le ramène à sa position de repos après chaque attraction. La boîte extérieure n'a que 50 mm de diamètre et sa hauteur est de 35 mm. Les inventeurs préconisent cet appareil pour



les usages militaires en raison de sa simplicité et de sa sonorité.

***

M. Jerritt a inventé un instrument spécialement destiné aux opérations militaires de campagne, auquel il a donné le nom de « *Combination Military Telegraphic Field Sounder* » (parleur militaire de campagne combiné). Cet appareil offre de nombreux avantages sur le système actuellement en usage. Ce dernier est lourd et n'a aucun caractère de combinaison d'ensemble; le parleur, le manipulateur, la pile et la bobine pour enrouler le fil sont séparés et leur installation réclame un certain temps avant qu'on puisse commencer le travail. En outre, il y a toujours à craindre que les diverses parties soient devenues défectueuses ou même se soient perdues dans le fracas et les continuels déplacements inhérents aux opérations de campagne.

Les avantages du système Jerritt consistent en ce que l'appareil est complet en lui-même et peut être mis en station en peu de minutes. Il est également facile à transporter d'un point à un autre et présente des facilités pour être promptement et convenablement installé. Le fil peut être déroulé par l'opérateur lui-même à mesure qu'il avance sur une distance de deux ou trois milles. Le télégraphiste, arrivé au lieu où il doit transmettre ou recevoir des télégrammes, a simplement à poser son trépied, placer son pupitre, attacher ses fils et commencer son travail. Une ingénieuse disposition du levier du parleur permet de l'employer pour trans-

mettre comme pour recevoir; on évite ainsi l'usage d'un manipulateur, le courant pouvant être pris ou interrompu à volonté au moyen d'un petit commutateur fixé au socle de l'appareil. En cas d'affaiblissement par une cause quelconque du courant de réception, une disposition téléphonique permet de recevoir. L'appareil, la pile, la boîte du parleur et l'installation se replient, les pièces rentrant les unes dans les autres, et peuvent aisément être transportés dans un havresac par l'opérateur. Comme en campagne, dans les postes avancés, il peut y avoir beaucoup de bruit, M. Jerritt a pourvu son système d'un tube et d'un écouteur pouvant être fixés au moyen d'une bande élastique et amener distinctement les ondes sonores à l'oreille du télégraphiste.

M. L.

Matériel portatif d'essais de Silvertown

Ce matériel combiné pour l'essai des circuits télégraphiques, téléphoniques et d'éclairage, se compose d'une collection d'instruments arrangés d'une manière très compacte dans deux petites boîtes en bois, dont l'une contient les piles et l'autre le galvanomètre, les bobines de résistance, la clé et les commutateurs nécessaires pour effectuer les mesures. La pile se relie aux instruments d'essais au moyen de fils terminés par des chevilles en laiton qu'on enfonce dans les trous *ad hoc*. Les instruments eux-mêmes sont reliés l'un à l'autre dans leur boîte de manière à économiser la place le plus possible et à permettre de faire les deux essais habituels avec la plus grande rapidité.

La pile se compose de deux parties : 1° une série d'éléments Leclanché à faible résistance, dont on ne se sert que pour mesurer la résistance des conducteurs; 2° une série de 30 autres petits éléments Leclanché ayant 45 à 50 volts de force électromotrice totale, qui servent à mesurer les résistances d'isolement ou les autres résistances considérables, et qui sont classées en trois séries de 10 éléments chacune.

Le galvanomètre consiste en une bobine (en laiton) de fil fin, au centre de laquelle une petite aiguille aimantée munie d'un indicateur en aluminium est suspendue à la manière des aiguilles de boussole. L'indicateur fait saillie hors de l'ouverture de la bobine; l'amplitude des oscillations de l'aiguille est limitée à environ 45° de chaque côté de l'axe par la largeur de l'ouverture. L'échelle est approximativement une échelle des tangentes; on la détermine empiriquement en calibrant l'instrument. Du côté gauche de la boîte est placé l'aimant directeur, qui peut réduire la sensibilité d'environ 40 0/0.

Mesure de la résistance des conducteurs. — La méthode adoptée pour mesurer la résistance du conducteur dans le circuit à examiner est celle du pont de Wheatstone. On y emploie les instruments suivants : 1° la résistance variable, qui consiste (fig. 1) en deux séries de neuf bobines chacune reliées à des commutateurs circulaires à chevilles. La résistance de chaque bobine est de 10 ohms dans l'une des séries (en tout 90 ohms) et de 90 ohms dans l'autre (en tout 90 ohms) ; 2° une double série de résistances proportionnelles, composées chacune de deux

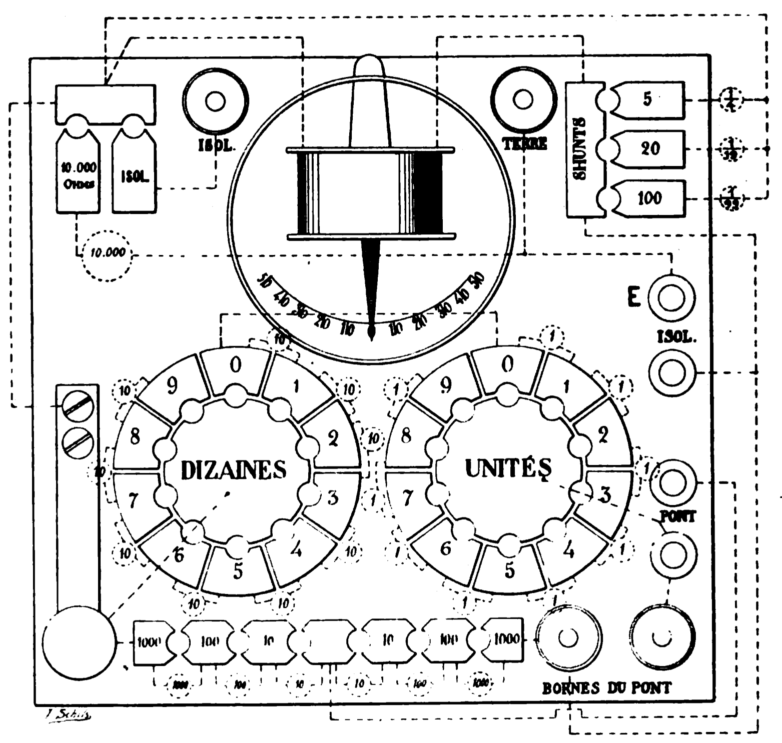


Fig. 1.

bobines de 10 ohms, deux de 100 ohms et deux de 1 000 ohms, ce sont celles-ci qui constituent le pont; 3° le galvanomètre, déjà décrit; ses deux bornes sont reliées aux deux extrémités du pont en pressant sur la clé de contact; 4° la pile qui comprend 4 éléments Leclanché; sa force électromotrice est d'environ 6 volts.

On établit les connexions en enfonçant les chevilles des extrémités des conducteurs de la pile, dans les deux trous marqués « *Pont* ». Le courant passe alors dans les bobines; quant au circuit du galvanomètre, il reste ouvert jusqu'à ce que la clé soit abaissée. Les extrémités du conducteur à essayer doivent être attachées avec beaucoup de soin aux deux bornes marquées « *bornes du pont* ».

Le galvanomètre est très sensible, excepté pour les essais qui confinent aux limites de l'instrument, c'est-à-dire pour les résistances inférieures à 1 ohm ou supérieures à 1 000 ohms. Les piles ne doivent rester en circuit que le moins de temps possible, pour éviter qu'elles s'épuisent. Les attaches du conducteur à essayer aux bornes du pont doivent être bien faites; pour les grands conducteurs, on peut les faire en soudant à leurs extrémités de minces plaques en laiton pourvues de trous de la dimension convenable pour entrer sous la tête des bornes; ou bien encore en soudant des fils suffisamment fins aux extrémités du conducteur. La résistance de ces derniers doit être préalablement mesurée et soustraite du résultat brut de l'opération.

Mesure de la résistance d'isolement. — La résistance d'isolement se mesure par la méthode des déviations directes. On fait passer le courant d'une pile dans un circuit composé du galvanomètre et du conducteur d'un câble dont l'extrémité est isolée de l'armature extérieure du câble, c'est-à-dire de la terre. On observe la déviation produite par le courant sur l'aiguille du galvanomètre. Remplaçant ensuite dans les circuits l'isolement du câble par une résistance étalonnée de valeur connue, on obtient une nouvelle déviation de l'aiguille. Le quotient qu'on obtient en divisant cette deuxième déviation par la première est la mesure de l'isolement en fonction de la résistance étalon. Supposons, par exemple, qu'une pile donnée produise sur l'aiguille d'un galvanomètre monté en série avec le conducteur isolé du câble une déviation de 10,3 divisions, et que la substitution d'une résistance de 1 mégohm à l'isolement donne une déviation de 42 divisions : la résistance d'isolement est $\frac{42}{10,3} = 4,1$ mégohms environ.

Dans le diagramme (fig. 2), l'on n'a dessiné que les parties de l'appareil employées pour cette mesure et leurs connexions; les parties qui se rapportent à la mesure des résistances du conducteur ont été laissées de côté. La disposition est la suivante : l'un des pôles de la pile est relié à l'un (celui de dessous) des deux trous de chevilles marqués « *isol* » par un conducteur terminé par une cheville à tête d'ébonite. Le courant se dirige, en suivant un fil de communication, vers un bloc marqué « *shunts* », de celui-ci au galvanomètre, puis au bloc de dessus, qu'on voit à gauche. En sortant de celui-ci, le courant peut prendre deux routes suivant que c'est dans le trou marqué « *isol* » ou dans le trou marqué « 10,000 *ohms* » que la cheville est enfoncée. Si la cheville n'est ni dans l'un ni dans l'autre, le circuit est interrompu et le courant ne passe pas; la cheville sert donc de clé. Si c'est le

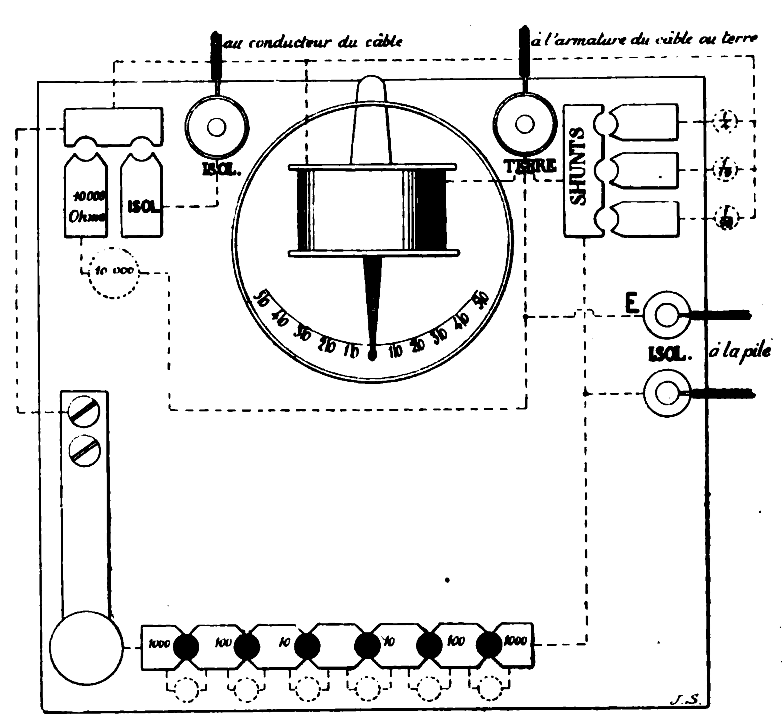


Fig. 2.

trou « *isol* » qui est bouché, le courant passe par la borne « *isol* », par le câble et par son armature extérieure (qui forme terre) pour revenir à la borne « *Terre* », au trou de cheville E, et, par le conducteur de retour, à l'autre pôle de la pile. Si c'est au contraire le trou « 10 000 *ohms* » qui est bouché, le courant passe par une bobine de 10 000 ohms, par un fil qui la relie au trou de cheville E, et revient à la pile.

L'essai consiste donc : 1° à noter la déviation produite quand on enfonce la cheville dans le trou « 10 000 *ohms* » ; 2° à retirer la cheville de ce trou, à l'enfoncer dans l'autre trou « *isol* » et à noter la nouvelle déviation. En divisant la première par la deuxième, multipliée s'il y a lieu par le shunt employé, on aura la résistance d'isolement du câble en ohms en multipliant le résultat obtenu par 10 000.

J.

(*Electrician*).

Séparateur magnétique Atkinson-Elliott

Ce séparateur magnétique est représenté par les figures 1 et 2, et fonctionnait avec succès dernièrement à une exposition de la Société royale d'agriculture à Duncaster. Il a pour but d'extraire les boulons, rivets, clous, fers à cheval, etc., des os, des tourteaux ou des minerais, avant de faire passer ces matières dans les appareils broyeurs, auxquels ces corps métalliques causent fréquemment de graves avaries.

Les principales difficultés à surmonter dans la construction étaient la grande dimension et les formes irrégulières des matières à traiter, puis le fait que les morceaux de fer sont souvent emprisonnés dans les os, ce qui fait qu'il ne suffit pas d'un seul passage sur l'aimant pour en assurer l'extraction.

La pièce principale de la machine est un tambour tronconique garni intérieurement de dix électro-aimants, dont les polarités opposées alternent. Le tambour est mis en rotation par la friction de quatre galets sur lesquels il repose.

Les matières à traiter tombent d'une trémie à secousses dans l'extrémité la plus étroite du tambour. Le mouvement de rotation de celui-ci les fait avancer en les remuant en tous sens. Pendant les 10 à 15 tours du tambour qu'elles

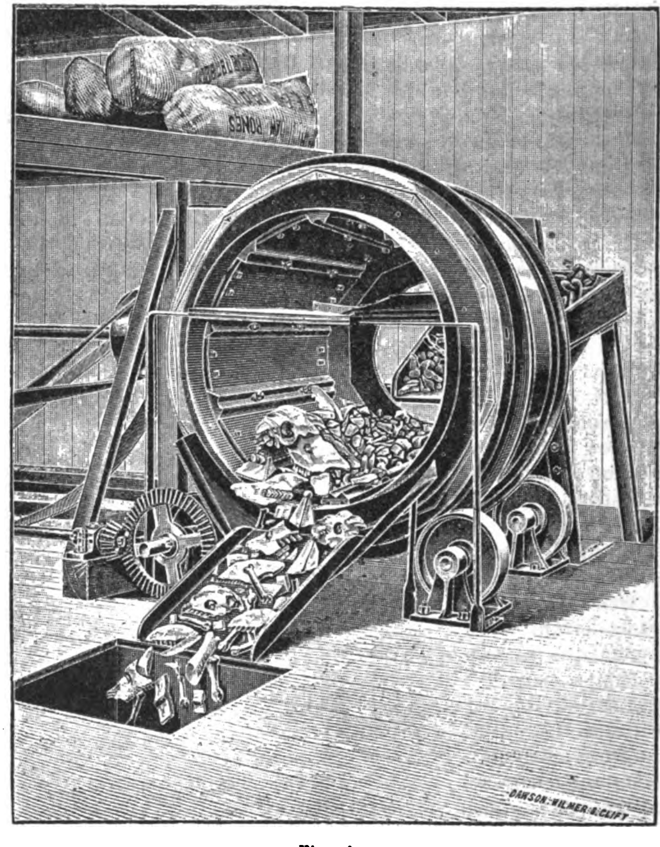


Fig. 1.

mettent à en parcourir toute la longueur avant d'être évacuées, elles subissent cent à cent

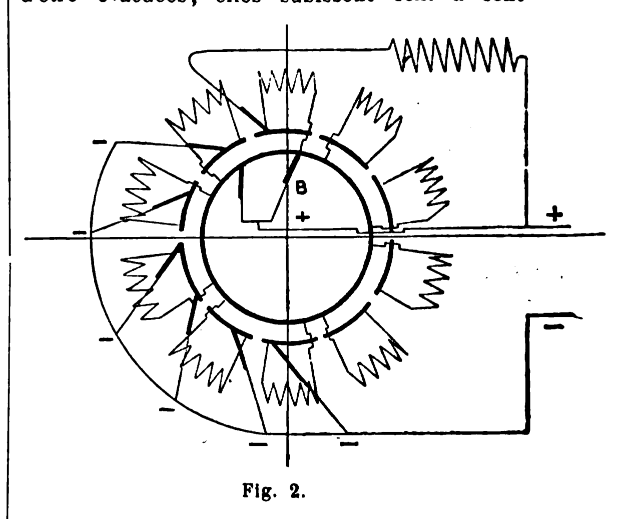


Fig. 2.

cinquante fois le contact des électro-aimants. Les noyaux s'aimantent pendant la moitié infé-

rieure de leur révolution, et se désaimantent pendant la moitié supérieure; les morceaux de fer qui s'y sont attachés pendant la première phase, s'en détachent d'eux-mêmes pendant la seconde phase et tombent dans une auge à part.

L'aimantation et la désaimantation des noyaux est effectuée par un anneau commutateur qui se trouve à l'arrière de la machine et par la disposition duquel (fig. 2) une des extrémités de chaque bobine est reliée à demeure à l'un des pôles d'une dynamo, l'autre extrémité se reliant à l'autre pôle pendant chaque demi-révolution du tambour seulement. Au moment où chaque bobine va être exclue du circuit, elle est fermée sur une résistance ; grâce à ce moyen, il ne se produit pas d'étincelles.

L'énergie nécessaire à l'excitation des électro-aimants, pour une machine qui peut traiter quatre tonnes de minerai à l'heure, est d'environ 600 watts. Ainsi que nous le disions en commençant, les essais faits avec l'appareil ont donné les résultats les plus satisfaisants. J.

(*Electrical Review.*)

CHRONIQUE

Cours publics du Conservatoire National des Arts et Métiers. — Les cours publics et gratuits de sciences appliquées aux arts pour l'année 1891-1892 viennent d'être ouverts au Conservatoire.

Parmi ceux qui intéressent plus particulièrement nos lecteurs, nous citerons les suivants :

MÉCANIQUE APPLIQUÉE AUX ARTS. — Les lundis et jeudis à sept heures trois quarts du soir. M. J. HIRSCH, professeur. Le cours ouvrira le jeudi 5 novembre.

Principes de la mécanique. — Statique. — Machines simples. — Cinématique. — Dynamique. — Hydraulique.

PHYSIQUE APPLIQUÉE AUX ARTS. — Les mardis et vendredis à neuf heures du soir. — Le titulaire de ce cours n'étant pas encore désigné, un avis spécial fera connaître la date d'ouverture du cours.

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — Les lundis et jeudis à neuf heures du soir. M. Marcel DEPREZ, professeur. Le cours ouvrira le jeudi 5 novembre.

Transmission électrique de la force. — Applications mécaniques de l'électricité. — Machine à courant alternatif. — Transformateurs. — Applications diverses des courants alternatifs. — Stations centrales d'électricité. — Accumulateurs. — Lumière électrique. — Différents systèmes d'éclairage électrique. — Mesures électriques industrielles.

ECONOMIE POLITIQUE ET LÉGISLATION INDUSTRIELLE. — Les mardis et vendredis à sept heures trois quarts du soir. M. E. LEVASSEUR, professeur. Le cours ouvrira le mardi 3 novembre.

Législation de l'industrie et du commerce. — L'apprenti, l'ouvrier, le patron et le commerçant. — La législation des anciens corps de métier. — La liberté du travail. — Le travail des enfants dans les manufactures. — Le contrat de louage. — Les lois sur les coalitions. — Les Syndicats professionels. — L'assurance contre les accidents. — Le Code de commerce. — Les juridictions : conseils de prud'hommes, tribunaux de commerce, arbitrage.

MÉTALLURGIE ET TRAVAIL DES MÉTAUX. — Les mardis et vendredis à sept heures trois quarts du soir. M. M. Le VERRIER, professeur. Le cours ouvrira le mardi 3 novembre.

Etude générale des procédés métallurgiques. — Première partie : *Traitement des minerais.* — Procédés par voie sèche; production des hautes températures et utilisation des combustibles ; théorie des principales opérations par lesquelles on extrait les métaux de leurs minerais (réduction, grillage, sublimation, etc.). — Procédés par voie humide, dissolution et précipitation des métaux.

Deuxième partie : *Travail des métaux.* — 1° Travail par déformation, martelage, laminage, estampage, etc.; 2° travail par enlèvement de matière, tournage, rabotage, etc.

La téléphonie interurbaine en France. — Le ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies vient d'autoriser, sur la proposition du Directeur général des postes et des télégraphes, la création d'un réseau annexe au réseau téléphonique de Rouen à Barentin (Seine-Inférieure) et d'un réseau annexe au réseau téléphonique de Roubaix à Lannoy (Nord).

L'enseignement de l'électrotechnique. — On vient de créer à Londres, au *People's Palace*, des cours pratiques à l'usage des ouvriers, parmi lesquels ceux qui attirent le plus d'auditeurs sont principalement les cours consacrés à l'électricité. Il serait à désirer qu'un si bon exemple soit suivi à Paris où le nombre des électriciens devient de jour en jour plus considérable.

Cuivrage des objets en plâtre. — Les statues et objets en plâtre que l'on veut protéger contre l'action de l'air aussi bien que contre les chocs doivent être revêtus d'une couche de cuivre. Cette opération doit être précédée d'un badigeon-

nage destiné à boucher complètement les pores du plâtre, autrement il se produit une absorption de sulfate de cuivre qui vient postérieurement cristalliser à la surface et altérer la couche protectrice.

La cire, la stéarine, la colophane employée jusqu'ici ne remplissent qu'imparfaitement les pores du plâtre; le goudron employé dans des conditions particulières aurait permis à la maison Greif, de Munich, de résoudre entièrement la question.

La couche de cuivre déposée sur des plâtres ainsi préparés serait unie, d'épaisseur uniforme, et elle respecterait les moindres détails du relief.

Télégraphe électro-optique. — M. C.-G. Kelway expose en ce moment à Londres une sorte de télégraphe optique fonctionnant par l'électricité et consistant en lampes dont chacune représente une lettre ou un chiffre convenu et qui s'éclairent ou s'éteignent par un jeu de touches. L'inventeur croit que cet appareil peut rendre des services en mer, particulièrement en permettant aux navires de correspondre entre eux ou avec la côte.

L'idée n'est pas nouvelle, elle est née avec la lampe à incandescence.

L'industrie électrique en Suisse, en 1890. — M. le Dr A. Denzler, du Polytechnikum de Zurich, a dressé la statistique des industries électriques en Suisse pour 1890, continuant l'œuvre commencée par lui en 1889. A défaut de place nous nous bornons à tirer de ce travail les chiffres généraux suivants, qui résument les progrès accomplis en 1890.

	1889	1890	Augm. 0/0
Installations d'éclairage (publiques et privées).	351	434	23.6
Transmissions de force.	25	34	41.7
Batteries d'accumulateurs.	41	56	78.0
Dynamos et électromoteurs.	536	712	32.8
Capacité en kilowatts.	7060	13044	83.3
Lampes à incandescence.	51155	68368	33.7
Lampes à arc.	845	1068	26.4

Les installations déjà plus ou moins complètement montées, mais non encore en marche au 1er janvier 1891 ne sont pas comprises dans ce tableau; elles ne compteront que dans la statistique de 1891.

Les moteurs des installations sont :

Hydrauliques	dans	52,5 0/0	des installations
A vapeur	—	37,5 0/0	—
A gaz	—	8,8 0/0	—
Électriques	—	1,2 0/0	—

Le nombre des maisons importantes qui s'occupent de fabrication et des installations électriques est de trente et un, dont quatorze font particulièrement la dynamo et le matériel d'éclairage, neuf les téléphones, télégraphes et signaux, quatre les câbles et fils, une la lampe à incandescence. Trois maisons exercent des industries électrochimiques.

L'ensemble des industries occupe environ 1 100 ouvriers.

L'extraction de la gutta-percha. — Tout a été dit sur la nécessité de mettre un terme à la destruction des forêts d'*Isonandra gutta* par les Malais, si l'on ne veut que d'ici à un temps peu éloigné la gutta-percha ne soit plus qu'un souvenir. Mais quel moyen employer ? Comment empêcher des barbares, qui vivent indépendants ou ne reconnaissent la suzeraineté d'un État civilisé qu'à peu près nominalement, de continuer à suivre leurs usages destructeurs et d'abattre sans merci les arbres précieux que la nature met un siècle à faire, pour recueillir de leur précieux produit la fraction dérisoire qu'un botaniste anglais, M. Wray, évalue à un trente-septième?

M. Serullas, qui a retrouvé l'*Isonandra gutta* dans l'île de Singapore, où l'on croyait l'espèce éteinte, a cherché la solution dans une exploitation rationnelle de l'arbre par les Européens, complétée par des procédés scientifiques d'extraction de la gutta. L'abattage des arbres ferait place à des émondages périodiques des feuilles et des jets, et ce serait de ceux-ci que se ferait l'extraction. La manutention qu'on leur ferait subir à cet effet consisterait à les hacher finement et à les traiter par un acide, dont la composition reste le secret de M. Serullas, jusqu'à obtention d'un liquide rouge brunâtre. Ce liquide, mis avec un peu d'eau dans un alambic, est soumis à la distillation sous la température douce d'un bain de vapeur prolongé pendant une demi-heure seulement. Ce temps suffit à l'élimination de l'acide, et la gutta-percha reste dans l'alambic comme résidu.

Les feuilles et les jets ainsi traités fourniraient en gutta-percha 2 0/0 de leur poids. C'est beaucoup, si l'on considère que le procédé barbare des indigènes ne donne en gutta, suivant les calculs de M. Wray, que 5 0/0 du poids de l'écorce de l'arbre abattu.

On assure que M. Serullas a formé un Syndicat à Singapore pour exploiter l'*Isonandra* par son procédé et établir une factorerie.

En admettant que le procédé tienne ses promesses, il y aurait à vaincre la difficulté du transport en masses de feuilles à travers des forêts sans routes. Espérons que notre compatriote l'a prévue et souhaitons bon succès à sa louable entreprise.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

2e Série. — Tome II. N° 46 14 Novembre 1891.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

EMPLOI DES ACCUMULATEURS DANS LES INSTALLATIONS D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE D'USINES

Un cas qui se présente assez fréquemment dans les installations d'éclairage électrique est celui d'une usine possédant déjà une force motrice.

En principe, il est toujours préférable d'actionner la dynamo par un moteur spécial; mais cette condition est souvent difficile à réaliser, soit que le propriétaire de l'usine hésite devant l'augmentation de dépenses qu'entraîne l'achat d'une machine, soit qu'il désire utiliser un excès de force motrice, soit enfin qu'il ne dispose pas de l'emplacement nécessaire pour l'installation d'un nouveau moteur, cas qui se présente assez fréquemment dans les établissements qui emploient une force hydraulique.

Dans ces conditions, la dynamo doit être actionnée par la transmission de l'usine et l'électricien se trouve en présence de deux difficultés :

1° Variations de vitesse et, par suite, variations du courant électrique lors du débrayage ou de l'embrayage des appareils ou des diverses machines de l'usine.

2° Suppression de l'éclairage lors de l'arrêt du moteur, ce qui empêche d'utiliser l'éclairage électrique dans les bureaux et ateliers en dehors des heures de fonctionnement de l'usine.

Ces inconvénients sont facilement évités par l'emploi d'une batterie d'accumulateurs servant à la fois de réservoir d'énergie électrique, lorsque la dynamo génératrice est arrêtée, et de régulateur ou volant, obviant aux variations de courant dues à l'irrégularité de la charge du moteur. De plus, l'emploi des accumulateurs permet de parer, dans une certaine mesure, à l'insuffisance de l'intensité du courant fourni par la dynamo, lorsqu'il devient nécessaire d'augmenter le nombre de foyers lumineux, évitant ainsi son remplacement par une génératrice de plus grande puissance.

Une installation de ce genre peut être réalisée de diverses manières. Celle qui va être décrite nous est communiquée par un de nos lecteurs, M. Chevrier, qui l'a imaginée et appliquée avec succès.

Il s'agissait d'alimenter, dans une usine, des lampes à incandescence pour l'éclairage des ateliers, bureaux et appartements jusqu'à une heure déterminée de la soirée; puis, à partir de ce moment, où le moteur était arrêté, d'éclairer seulement les bureaux et les appartements.

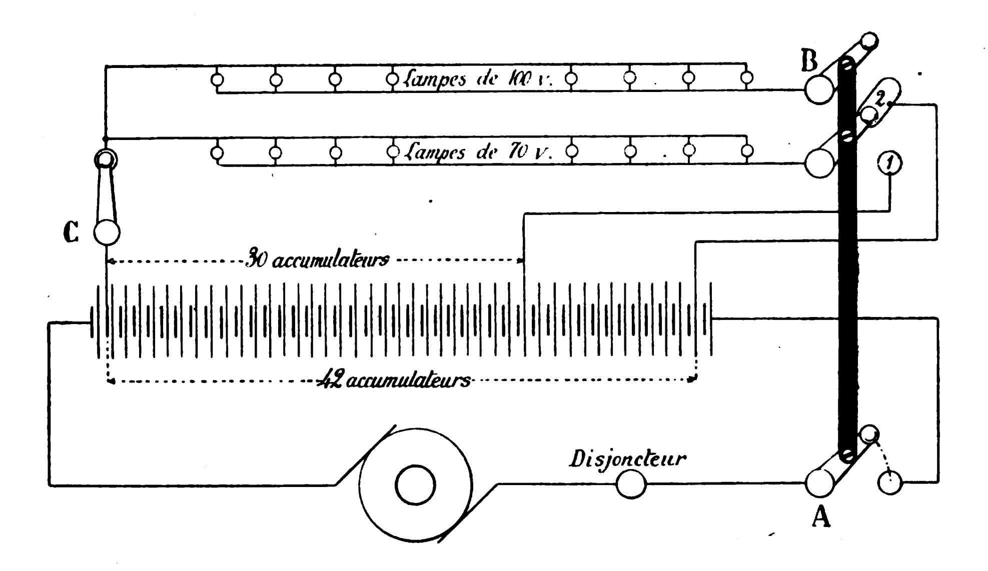
Ce problème a été résolu en installant dans les ateliers des lampes à 100 volts et, dans les bureaux et appartements, des lampes à 70 volts. La figure ci-dessous donne le diagramme de l'installation.

La dynamo fournissant son courant sous une tension normale de 110 volts, si on admet que la force électromotrice de chaque élément de la batterie d'accumulateurs, sous charge, soit de 2,5 volts, on voit que la dynamo pourra en charger 44. On mettra donc une batterie de 44 éléments en communication avec les bornes de la dynamo, en ayant soin d'intercaler un disjoncteur automatique sur l'un des deux conducteurs, afin de rompre la communication en cas de ralentissement de la vitesse du moteur et éviter ainsi que la

batterie ne se décharge dans la dynamo quï pourrait, de ce fait, être mise hors de service.

De la batterie, partent trois conducteurs; le premier est attaché au pôle positif de l'élément n° 2 et sert de fil positif commun pour le circuit des lampes à 100 volts, aussi bien que pour celui des lampes à 70 volts. Le second est relié au pôle négatif du 43e élément et alimente le circuit à 100 volts ; le troisième, partant du pôle négatif du 31e élément dessert le circuit à 70 volts. Dans ces conditions, nous avons deux groupements : un de 42 éléments et l'autre de 30 éléments.

Les accumulateurs ayant été chargés dans la journée, lorsqu'on voudra alimenter les lampes pendant la marche de la dynamo, on aura sur le premier groupe une force électromotrice disponible de $42 \times 2,5 = 105$ volts et, sur le second, $30 \times 2,5 = 75$ volts. En admettant une perte moyenne de 5 volts dans la canalisation, on aura aux bornes



des lampes 100 volts dans une série et 70 volts dans l'autre. Les accumulateurs ne sont utilisés dans ce cas que pour régulariser le courant fourni par la dynamo, en évitant les inconvénients dus aux variations de la vitesse du moteur. Le premier et le dernier élément ne sont pas compris dans le circuit d'alimentation et servent de tampon en tête et en queue de la batterie.

Lors de l'arrêt du moteur, on mettra hors circuit les lampes à 100 volts desservant l'usine, à l'aide du commutateur à deux directions représenté sur le diagramme et on alimentera les lampes à 70 volts avec la série de 42 accumulateurs. Ces derniers, n'étant plus en charge, leur force électromotrice ne sera plus que de 1,8 volt par élément, soit $1,8 \times 42 = 75,6$ volts aux bornes de la batterie.

A l'aide de l'interrupteur C, intercalé sur le conducteur positif de la batterie et du commutateur B à deux directions, dont la manœuvre commande en même temps l'interrupteur A, on peut réaliser les trois combinaisons suivantes :

1° Les lampes étant hors circuit, charger les accumulateurs pendant le jour. Pour cela, il faut ouvrir le circuit en C et le fermer en A ;

2° Alimenter en même temps les lampes à 100 volts et à 70 volts par la dynamo et les accumulateurs. On fermera le circuit en C, A et B et la branche inférieure du commutateur sera alors sur la borne 1 ;

3° Alimenter avec les accumulateurs seuls les lampes à 70 volts. Le circuit sera

fermé en C et ouvert en A et B, la branche inférieure du commutateur étant sur la borne 2.

Si les manettes du commutateur et celle de l'interrupteur A étaient indépendantes, il pourrait arriver que, par suite de fausse manœuvre, la branche inférieure du commutateur ayant été laissée la veille sur la borne 2, on vienne à fermer le circuit en A ; dans ces conditions, les lampes à 70 volts recevraient un courant de 100 volts et seraient brûlées. Pour éviter cet inconvénient et toute fausse manœuvre, M. Chevrier a eu l'heureuse idée de rendre les manettes solidaires, comme l'indique la figure.

Bien entendu, la capacité des accumulateurs employés dans une installation de ce genre doit être en rapport avec le nombre de lampes à alimenter, de même qu'ils doivent pouvoir supporter, comme courant de charge, la totalité du courant fourni par la dynamo.

J.-A. MONTPELLIER.

LES CANALISATIONS D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DE PARIS

(*suite*[1])

Secteur de la Compagnie Edison

Le secteur concédé à la Compagnie Edison comprend les grands boulevards jusqu'à l'Opéra, d'une part, et le boulevard Saint-Denis d'autre part, irradiant vers les rues Richelieu et Montmartre, la Bourse et la rue Lafayette, s'étendant au nord-ouest jusqu'aux boulevards extérieurs.

Ce secteur est desservi par deux usines centrales distinctes ; l'une, située avenue

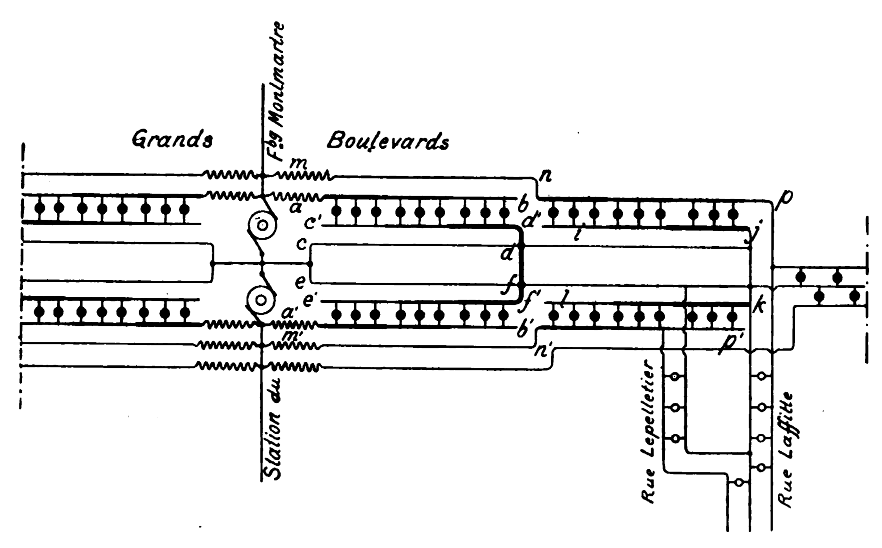


Fig. 49.

Trudaine, alimente la partie supérieure et l'autre, sise rue du Faubourg-Montmartre, la partie basse du secteur.

Chaque usine et le réseau y afférent sont autonomes, pourtant elles peuvent se prêter un secours mutuel apporté par voie directe entre les stations.

Le mode de distribution choisi est celui connu sous le nom de système à trois fils. Le courant est amené dans les fils extrêmes sous une tension de 200 volts, le fil intermédiaire

[1] Voir nos 31, p. 78, 32, p. 90 et 40, p. 226.

répartit la tension en deux fractions de 100 volts dans les appareils d'éclairage. Les machines dynamos sont groupées par deux en série.

Les agencements du réseau diffèrent dans les deux usines ; celle de l'avenue Trudaine possède la distribution par feeders, tandis que rue du Faubourg-Montmartre, où la situation de l'usine, pour ainsi dire centrale par rapport au réseau semble le justifier, on a adopté le procédé de distribution par opposition ou par câbles équilibrés ; la section des conducteurs augmente graduellement d'un côté et diminue dans la même proportion de l'autre côté, de

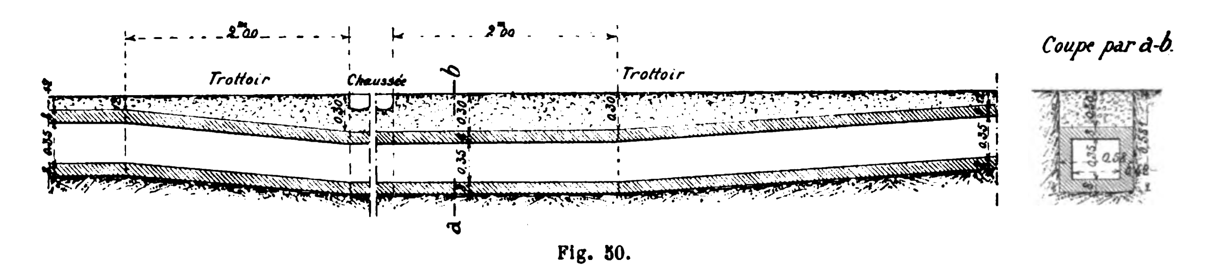


Fig. 50.

façon à maintenir uniforme la surface totale. Ce dispositif a permis d'agrandir la zone desservie sans dépasser les limites de variation de tension fixées. La forme conique des conducteurs s'obtient simplement par superposition de câbles de longueurs variables sur mêmes isolateurs.

Dans ce système, la longueur de conducteur principal intéressée dans le circuit de chaque lampe reste invariable. Si le calcul des conducteurs, pour l'hypothèse de l'allumage du nombre total de lampes, fournit une densité de courant constante, la tension restera uniforme en tous les points. Le dispositif revient à celui qui consisterait à attribuer à chaque lampe un circuit spécial d'étendue invariable et à rassembler les branches parallèles des circuits. Au moment de l'extinction d'une partie des foyers, la densité du courant ne se maintient plus constante et alors s'accusent des variations de tension.

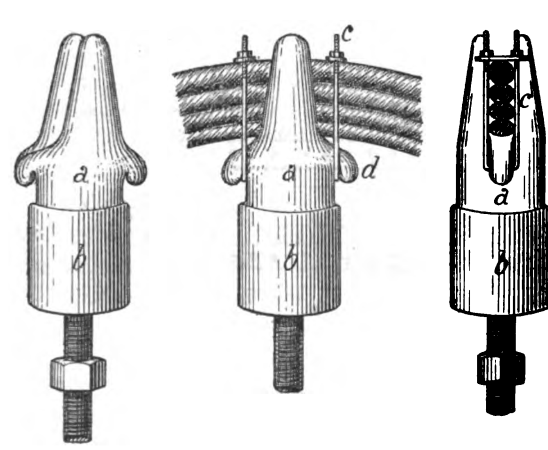


Fig. 51.

Aussi deux sortes de réglages se sont imposées dans le cas actuel : d'abord la constance de la tension au départ du circuit se réalise par un réglage général affectant l'ensemble des dynamos, ensuite, suivant les besoins, on met en jeu des rhéostats spéciaux intercalés dans chacun des circuits.

La distribution est résumée dans le schema ci-dessus (fig. 49).

Qu'exprime ce dessin ?

Il montre la disposition de cinq circuits doubles, le fil neutre est dédoublé pour en faciliter la pose. Tous les fils principaux émanent de l'usine. Les deux portions de chaque circuit complet alternent d'un côté à l'autre de la chaussée pour obtenir une meilleure répartition des lampes sur chacun d'eux.

Nous bornerons là ces considérations sommaires sur la méthode de distribution adoptée et nous passerons aussitôt à l'établissement de la canalisation.

La Compagnie Edison a été à Paris l'initiatrice de l'emploi des câbles nus posés sur isolateurs dans des caniveaux souterrains. En fidèle historiographe nous consignons en passant ce point d'histoire.

Les caniveaux variables de section transversale sont en béton aggloméré recouverts de dalles de même substance rejointoyées au ciment. Ils suivent les déclivités naturelles des trottoirs sous lesquels ils sont établis. Le dessus du caniveau est situé à 20 centimètres environ de la surface du trottoir, cet écartement est porté à 30 centimètres au passage des portes cochères (fig. 50). La Compagnie a été autorisée à passer exceptionnellement en tranchée au croisement de certaines rues, sous l'obligation de descendre le plafond de son caniveau à 1,40 m au-dessous du pavage. Mais d'une façon à peu près généralisée, on peut dire que la traversée des rues est effectuée sous galerie voûtée dont les extrémités aboutissent à des points verticaux comme nous l'avons antérieurement indiqué.

Les dimensions du caniveau sont couramment de 0,355 m en hauteur sur 0,25 m à 0,40 m de largeur, d'après l'importance des artères desservies ; aux points d'inflexion des voies la largeur subit un léger accroissement.

Les câbles nus sont couchés dans le caniveau sur des selles en fonte (fig. 3) scellées au soufre sur des isolateurs en porcelaine double cloche, portés par des tiges métalliques filetées s'assemblant par écrous sur une barrette en fer transversale dont les extrémités sont empatées dans les parois latérales du caniveau. La distance entre les barrettes est d'environ deux mètres.

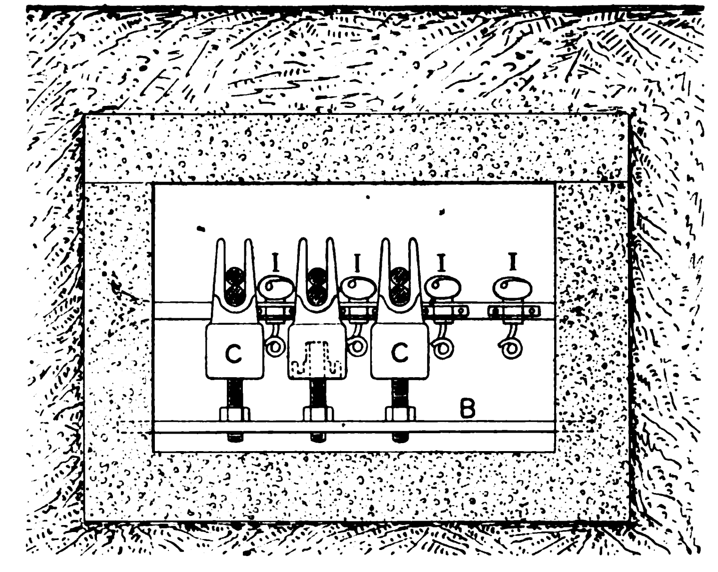


Fig. 52.

Les câbles se superposent entre les fourches des selles, ils y sont maintenus au moyen d'étriers à serrage (fig. 51) retenus par des ergots latéraux venus de fonte avec la selle. La disposition apparaît claire dans la figure 52 qui, en même temps, montre un autre support garni d'isolateurs spéciaux destinés à recevoir les fils pilotes dans l'encoche pratiquée à leur sommet. La distance d'axe en axe des isolateurs est à peu près 0,10 m à 0,12 m. Avant que d'être serrés dans les étriers, les câbles sont tendus au moyen d'un tendeur, sorte de petit treuil différentiel.

L'appareil qui vient d'être décrit dans ses principaux détails est employé dans le réseau de l'usine du faubourg Montmartre. Il occupe un certain volume croissant avec le nombre de câbles à conduire. Son application serait peu justifiée, dans les cas où la quantité de câbles augmente. La raison d'économie a suggéré une disposition différente pour le réseau dépendant de l'usine de l'avenue Trudaine.

Rappelons que nous sommes ici en présence d'une distribution à trois fils par feeders, c'est-à dire une distribution qui comporte l'installation des conduites de distribution proprement dites en même temps que des conduites d'alimentation. Il y avait intérêt à loger celles-ci dans les mêmes tranchées que les premières, le volume de câbles augmentait

dans des proportions notables, conséquemment il fallait trouver le moyen de les répartir convenablement dans les caniveaux de dimensions courantes, d'abord sans mettre en péril la sécurité de marche et aussi sans amplifier les dépenses de tranchées et de caniveaux.

En ce qui a trait à la sécurité de fonctionnement, on ne tarda pas à observer que les différences de tensions entre les divers feeders de même polarité sont assez peu importantes, il n'y avait donc qu'un très mince inconvénient à les mettre dans un très proche voisinage ; dans le câble compensateur, les écarts de potentiel sont plus insignifiants encore ; de là à les réunir sur tout leur parcours il n'y eut qu'un pas qui fut aussitôt franchi.

Fig. 53.

L'encombrement des caniveaux offrira, d'après ces indications, l'aspect de la figure 53 : dans la partie médiane, les isolateurs recevront les câbles de distribution et le groupe des câbles compensateurs, à chaque extrémité vers les pieds droits des feeders de même polarité.

Les isolateurs sont alors modifiés en vue de leur nouvelle destination pour recevoir les câbles étagés en groupe verticaux : le premier câble se pose sur un isolateur à cloche, sur le câble se place une plaque isolante dont elle épouse la forme, cette plaque reçoit à son tour un deuxième câble sur lequel repose une autre plaque et ainsi de suite alternativement jusqu'au dernier câble. Un carreau métallique quadrangulaire, échancré à ses angles pour livrer passage à des tiges de boulons, couronne l'ensemble qui est maintenu en place par le serrage des écrous. Aux angles des plaques isolantes comme à ceux de la cloche située à la base sont ménagés des évidements servant de logement aux boulons.

Quant aux fils de tension, ils passent dans des sortes de coussinets à joues en porcelaine établis sur les chapiteaux métalliques d'une pile de câbles au moyen de petits colliers.

Dans les galeries pour la traversées des rues, deux isolateurs (fig. 54) sont embrassés par un double collier, les câbles sont disposés côte à côte et immobilisés par un étrier (fig. 56). Si les puits de galerie ne sont pas très profonds, les câbles y sont établis diagonalement, supportés par des isolateurs, comme le montre la figure 56.

La Compagnie Edison fait aussi usage de la poterie rectangulaire en grès céramique

employée par la Société de Transmission de la force et d'éclairage; dans les voies plus

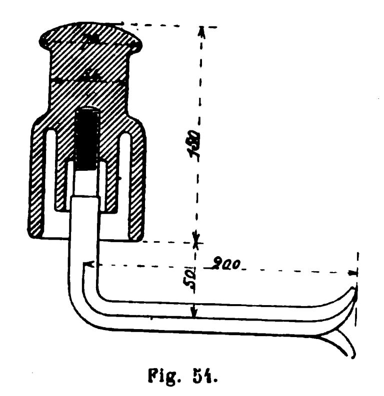


Fig. 54.

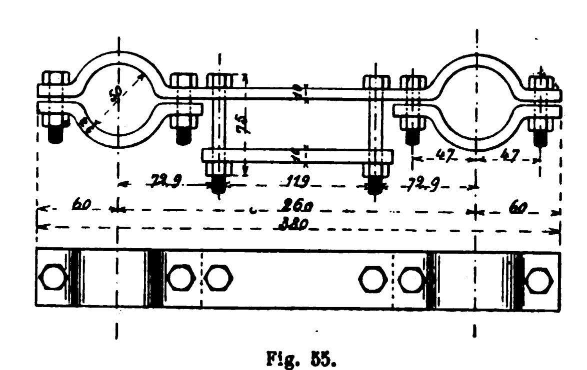


Fig. 55.

étroites encore les câbles sont isolés et renfermés dans des tuyaux operculés à emboîtement, constitués aussi par une substance céramique très dure.

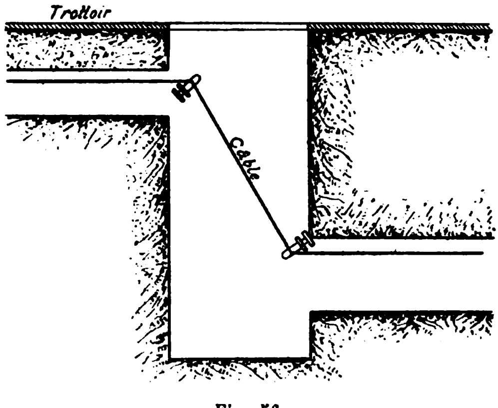


Fig. 56.

Le raccordement de deux câbles nus s'opère en les superposant sur une longueur minima de 3 mètres et en les pressant énergiquement l'un contre l'autre par des étriers à serrage d'écrou.

Les câbles d'abonnés sont placés dans le sol, dans une moulure en bois goudronné recouverte d'une frise aussi préparée formant couvercle. Ces câbles sont sous plomb. Pour les relier aux câbles nus du réseau on les dénude sur une longueur de 0,30 m, et ils sont maintenus sur les gros câbles à l'aide d'étriers.

Les câbles partent des usines en longeant les parois d'une galerie générale où ils sont rangés dans l'ordre qu'ils doivent occuper dans les caniveaux.

(*à suivre.*) E. Dieudonné.

ACTION ÉLECTRODYNAMIQUE DES OURAGANS

Dans un des derniers numéros de *la Nature* nous avons remarqué deux gravures, d'après des photographies, représentant des arbres brisés par un ouragan. La cassure est hélicoïdale; elle est nettement indiquée sur la gravure et racontée avec détails dans le texte. Ce ne sont pas des arbres morts, pourris ou détériorés par les années ni par la hache du bûcheron ; ce sont des hêtres sains, vigoureux, en pleine pousse qui ont été ainsi tordus, fendus en spirale, déchiquetés. Cela indique-t-il forcément un effort de torsion? Doit-on attribuer cet effet uniquement à l'action mécanique du vent? Nous ne pouvons le croire.

Lorsque MM. Faye, Finley, Hildebrand-Hildebrandson, Zurcher..... et tant d'autres ont étudié les effets tourbillonnaires de l'air dans les trombes, les tornades, dans les tempêtes tournantes enfin, ils ont eu à vérifier maintes et maintes fois la direction de chute

des arbres renversés et, suivant leur disposition sur le sol, ils ont déduit le mouvement gyratoire de l'ouragan combiné avec son mouvement de translation. Mais nous ne trouvons pas d'exemples qui permettent d'affirmer *de visu* que le vent, dont la force est évidemment inouïe contre tout corps qui lui fait directement obstacle, ait pu commettre l'action bizarre de fendre en spirale et de déchiqueter un arbre qu'il devait simplement briser, fendre suivant ses fibres et jeter à terre pour aller plus loin exercer ses ravages. Nous savons que certains arbres, isolés et dans une position particulière, ont, au bout de longtemps, sous l'action d'un vent persistant, leurs fibres tordues, et qu'un ouragan peut achever l'œuvre commencée depuis de longues années. Mais ce n'est pas le cas des arbres qui nous occupent. Ils sont en pleine forêt, abrités, sains et droits et les hêtres, justement, échappent, par leur structure, à cette difformité. Il n'est donc pas possible de déduire des faits observés que le vent ait, *tout seul*, la faculté de produire des effets pareils de torsion. Pourquoi donc l'accuser de semblables méfaits lorsque nous avons en mémoire maintes actions pareilles accomplies par l'électricité, dont les effets dynamiques sont si communs et si connus, pendant les ouragans? Ses effets sur les arbres ont été bien des fois constatés, et les traces hélicoïdales sont les plus ordinaires que la foudre laisse sur son passage. M. de Fonvielle fut un des premiers à le constater, à en faire la remarque : soit, en 1866, sur le réservoir de tôle de Montmartre qui portait, après avoir été frappé par l'éclair, des rainures en hélice nettement marquées ; soit, à plusieurs reprises, sur des troncs d'arbres. En 1880, M. Rouyer observe ce même fait sur des peupliers foudroyés. En 1882, la foudre frappe la ligne télégraphique du Havre, suit le fil métallique et quarante poteaux portent des traces hélicoïdales. Planté cite un double exemple d'éclair en hélice dans la forêt de Satory en 1880. Zenger décrivit, en 1889, les traces hélicoïdales laissées par la foudre sur un miroir argenté. Les corps des foudroyés ont souvent des sillons qui partent du cou et s'enroulent jusque sur les jambes. La photographie a justement servi à ces constatations et a permis à M. Moussette de généraliser un phénomène considéré jusqu'ici comme une exception. Il affirme que la foudre a ordinairement la forme d'une spirale irrégulière et l'écartement des spires varie suivant les différents degrés de conductibilité des couches traversées.

Nous savons d'un autre côté que les arbres, ces paratonnerres naturels, sont, suivant les essences, déchiquetés, coupés, fendus, écorcés par la foudre et que l'action électrique s'exerce précisément aux points où une résistance est offerte au passage du courant.

Nous savons encore que les manifestations électriques des orages, des trombes, des tornades sont sans nombre et que l'action de la foudre s'exerce alors avec une violence et une fréquence incroyables : des éclairs jaillissent, des globes de feu s'échappent de la colonne tournante, frappent de tous côtés et, dans ce chaos de dévastation, le vent brise, la grêle hache, la pluie siffle et l'on ne peut qu'après et par déduction reconnaître aux blessures la main qui a frappé. Comment donc supposer que, dans la trombe du 18 juin 1780, par exemple, au château de Leüc, le vent ait pu arracher, en plusieurs endroits, les dalles de la cour sur lesquelles il n'avait évidemment aucune prise ? Les arbres atteints par la trombe historique de Châtenay furent desséchés, roussis, les troncs avaient reçu des entailles nettes et profondes ; d'autres, d'abord coupés, étaient fendus et divisés en une infinité de lattes minces et légères. Or, justement, l'une des propriétés les plus caractéristiques de l'électricité est de cliver et de diviser en filaments toute matière opposée à son passage pour se frayer les voies multiples qui semblent nécessaires à son rapide écoulement. Aussi nous semble-t-il possible d'affirmer que l'électricité seule est capable de produire des effets semblables et que telle est sa puissance dans les manifestations des tempêtes tournantes qu'elle a évidemment présidé à leur formation. Nous ralliant donc à l'opinion émise précédemment par MM. de Fonvielle et Planté, nous pensons qu'il convient de rattacher cette tendance d'un flux considérable d'électricité à s'écouler en

spirale au grand mouvement magnétique terrestre qui détermine dans l'atmosphère des phénomènes électrodynamiques semblables aux mouvements gyratoires des trombes et, par extension, à celui des cyclones et des tourbillons électrisés dans les orages à grêle.

Georges Dary.

LE TÉLÉGRAPHE IMPRIMEUR MULTIPLE J. MUNIER

(*suite et fin*[1])

Fonctionnement de l'appareil

Les divers organes de l'appareil multiple Munier étant maintenant décrits, il ne reste plus qu'à examiner leur fonctionnement, c'est-à-dire à voir comment se produit l'impression d'une lettre quelconque transmise par le clavier.

On a déjà vu quel était le rôle des groupes de ressorts de disjonction, actionnés par les armatures des électro-clés et, par conséquent, au nombre de quatre, soit un groupe par électro.

Les fils attachés à ces ressorts sont reliés entre eux, comme on le voit sur la figure 48, de manière à former un circuit ininterrompu depuis le premier ressort de disjonction, qui est relié au premier secteur du collecteur, jusqu'au dernier qui est en communication avec l'électro-aimant imprimeur.

En examinant les communications établies par ces ressorts, on voit que, quelle que soit l'armature qui se soulèvera, le circuit sera rompu par la séparation des deux ressorts d'un même groupe.

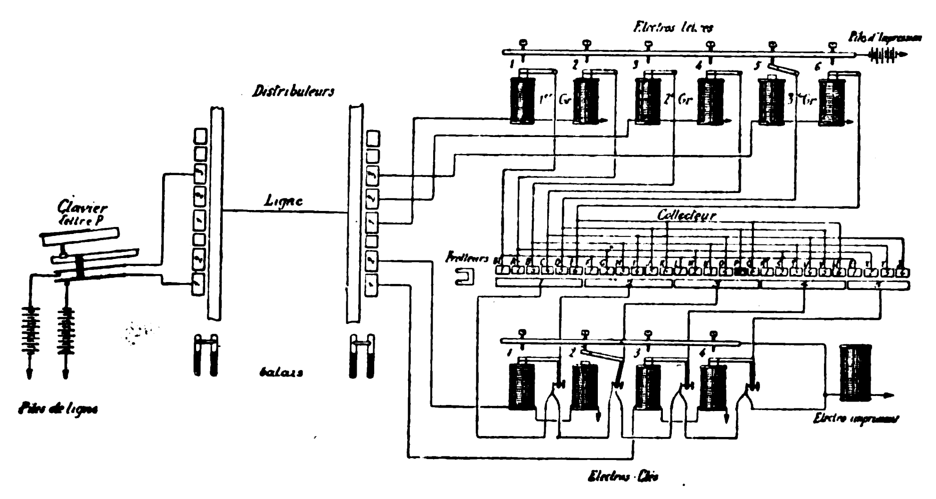


Fig. 48.

Supposons maintenant, pour prendre un exemple, que l'employé qui transmet abaisse la touche P du clavier multiple. Cette touche, comme on peut le voir sur la figure 4 [2], émet un courant positif par le premier plot-clé du distributeur de départ et un courant négatif par le troisième plot-lettre.

Par suite de la marche synchronique des deux distributeurs de départ et d'arrivée,

[1] Voir *l'Électricien*, 2e série, tome I, p. 101, 137, 185, 313, 394, et tome II, p. 41, 129 et 312.
[2] Voir *l'Électricien*, 2e série, tome I. p. 138.

**

les plots symétriques de ce dernier enverront ces courants au premier groupe d'électro-clés et au troisième groupe d'électro-lettres. L'électro-clé n° 2 sera actionné ainsi que l'électro-lettre n° 5.

Le courant de la pile locale d'impression se rend alors à l'armature soulevée de l'électro-lettre n° 5, puis à tous les plots n° 5 des secteurs du collecteur ; mais, par suite de la rupture du circuit des ressorts de disjonction, le courant ne peut trouver de passage par les deux premiers secteurs, il passe donc seulement, par l'intermédiaire des deux porte-balais, sur le troisième secteur relié à l'armature de l'électro-clé actionné et enfin se rend à l'électro-imprimeur par la vis butoir de cette armature.

Comme le porte-balais du collecteur est fixé sur l'axe de la roue des types, il s'ensuit qu'au moment du passage des balais sur le plot 5 du troisième secteur la roue des types présente en regard de la bande de papier la lettre P.

Quant à l'impression, elle est produite par l'électro-imprimeur de la même manière que dans le Hughes ordinaire, avec cette seule différence que l'électro-imprimeur est actionné au moment voulu par l'intermédiaire du collecteur, au lieu de l'être par des courants venant directement de la ligne.

On peut voir, en examinant la figure 48, que si, au lieu de la lettre P, on avait voulu imprimer la lettre D, c'est-à-dire une lettre de la première série, on aurait émis un courant négatif par le troisième plot-lettre seulement. Dans ce cas, le circuit des ressorts de disjonction n'ayant pas été rompu comme tout à l'heure, puisqu'aucun électro-clé n'a fonctionné, le courant de la pile d'impression passera encore par l'armature de l'électro-lettre n° 5, par le cinquième plot du premier secteur et, par l'intermédiaire des balais et de la série des ressorts de disjonction, arrivera à l'électro-imprimeur.

D'après les deux exemples qui viennent d'être donnés, on voit facilement comment peut se produire l'impression d'une lettre ou signal quelconque.

J.-A. Montpellier.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Transport de l'énergie par l'électricité

Par Gisbert Kapp[1]

La question du transport de l'énergie du lieu de production à celui d'utilisation constitue, sans contredit, l'un des problèmes les plus importants de la mécanique industrielle.

Dans ces questions de transport d'énergie, la distance joue un rôle capital. Tel système, capable de transmettre l'énergie à courte distance, cesse d'être applicable dès que la distance devient un peu considérable. C'est le cas de nos engins mécaniques de transmission : poulies, courroies, câbles. Donc, première division de notre sujet :

1° Transmissions d'énergie à des distances qui seront évaluées en pieds ou en yards, à courte distance, par conséquent ;

2° Transmissions à grande distance, c'est-à-dire à des distances comptées en milles ou en milliers de pieds.

[1] Conférence faite à la « Society of Arts » de Londres.

En général l'expression de transport électrique de l'énergie implique l'idée de transmission à grande distance. Ce sera en effet le sujet principal de ma communication. Il est pourtant des cas où, pour la distribution de l'énergie à des outils spéciaux, le moteur électrique est l'appareil de transmission le plus avantageux, quelquefois même le seul possible ; nous aurons donc à examiner ce genre spécial de transmission à courte distance.

Les transmissions à grande distance et celles à courte distance se différencient encore de ce chef que, dans le premier cas, le transport de l'énergie s'effectue pour ainsi dire « en bloc » d'un point à un autre, tandis que, dans le second cas, il s'agit plutôt de la division convenable de l'énergie et de sa répartition en différents points pour des opérations variées.

Occupons-nous d'abord des transmissions à grande distance.

Le transport peut dans ce cas s'effectuer sui-



vant deux modes que j'essaierai de caractériser en prenant le charbon comme source primitive d'énergie.

A moins de circonstances spéciales, il est clair qu'en raison de la distance le meilleur mode de transmission consistera à transporter le charbon du lieu d'extraction au lieu d'emploi et à le brûler sous la chaudière d'une machine à vapeur.

Mais supposons que des circonstances locales — différence de niveau importante, chemins en mauvais état ou même absence de moyens de communication convenables — fassent que le transport du charbon soit ou tout à fait impossible ou seulement très difficile et par suite onéreux ; il est évident qu'il pourra être préférable alors d'installer le moteur et sa chaudière au lieu même d'extraction du charbon et de transmettre l'énergie à l'endroit où on doit l'utiliser. Dans un cas comme dans l'autre, il y aura eu transport d'énergie, mais dans le premier cas, l'énergie a été transmise à l'état latent dans le charbon où elle était en quelque sorte emmagasinée, tandis que dans le second cas elle a été transmise directement sous sa forme cinétique.

Les principales sources naturelles d'énergie sont : les grains, c'est-à-dire les aliments végétaux susceptibles d'être convertis en énergie par les chevaux ou autres machines animales ; les combustibles fournissant l'énergie par l'emploi de machines spéciales thermiques ; les chutes d'eau qui ne se prêtent guère qu'au second mode de transmission, tandis qu'au contraire l'énergie latente dans les deux autres sources naturelles est en général transmise suivant le premier mode.

Avant d'examiner de plus près ces sources naturelles d'énergie, voyons quelle place l'électricité peut prendre comme agent de transmission vis-à-vis de chacune d'elles.

Remarquons tout d'abord que, comme tel, elle se prête également bien aux deux modes de transmission. Il est clair que, dans l'exemple précédent, si les circonstances locales nous obligent à brûler le charbon à la mine même, nous pourrons utiliser la vapeur produite pour actionner une dynamo et charger des accumulateurs qui, transportés là où on a besoin d'énergie, actionneront à leur tour des électromoteurs. Nous aurons transmis de l'énergie latente, emmagasinée dans les accumulateurs. Mais nous pouvons aussi effectuer ce transport selon le second mode. Il nous suffira pour cela de supprimer les accumulateurs et de relier directement, par deux fils isolés, la dynamo de la mine au moteur de l'usine. C'est même ce second mode qui est le plus souvent employé et qui, par suite, constitue la partie principale de notre sujet.

Je vous demanderai cependant la permission d'entrer dans quelques détails à l'égard du premier mode de transmission, celui par emmagasinement au moyen d'accumulateurs.

A poids égal, un sac de charbon détient une quantité d'énergie plus grande qu'une batterie d'accumulateurs. Le transport du charbon, soit sur rails, soit sur route, est d'ailleurs plus facile ; il exige moins de précautions et coûte moins cher que celui des accumulateurs ; il est donc évident que, si la source première d'énergie est le charbon et qu'aucun obstacle ne s'oppose à l'installation d'une machine à vapeur, il sera plus avantageux d'apporter le charbon à l'usine où l'on a besoin de force motrice que de se servir d'accumulateurs. Indépendamment de l'économie sur les frais de transport, il y aura gain à la fois sur les frais d'établissement et sur le rendement.

Mais supposons que la source première d'énergie soit une chute d'eau. Les choses changent d'aspect. L'énergie fournie par la chute d'eau ne saurait nous servir à produire du charbon, mais nous pouvons l'employer pour charger des accumulateurs qui nous rendront — là où nous voudrons — partie de l'énergie qu'ils auront reçue. L'électricité n'est pas, il est vrai, le seul agent auquel nous puissions recourir en pareil cas, il en est d'autres qui peuvent nous rendre les mêmes services, tel l'air comprimé.

Notre chute d'eau peut être utilisée pour actionner des compresseurs d'air et emmagasiner dans des réservoirs en acier convenablement disposés de l'air comprimé, réservoirs qui, transportés sur tels points que l'on voudra, pourront servir à faire marcher des moteurs spéciaux susceptibles de rendre les mêmes services que les moteurs à vapeur. Une distribution de ce genre fonctionne depuis quelques années à Paris, avec cette différence toutefois que la Compagnie Popp, qui l'a établie, au lieu de se servir de récipients, distribue l'air comprimé par un réseau de conduites. Mais, il ne saurait y avoir de doute à cet égard, la transmission par réservoir pourrait se faire également.

Essayons donc de voir si ce mode de transmission pourrait entrer en concurrence avec celui par accumulateurs. Cela dépend évidemment de deux facteurs principaux : d'une part, la perte d'énergie résultant de l'emmagasinement ; d'autre part, le coût du transport. Aujourd'hui, en ce qui concerne les accumulateurs, le rapport de la quantité d'énergie rendue par ces appareils au cours de leur décharge à la quantité reçue à la charge peut s'élever à 0,80, autrement dit on peut compter obtenir 80 chevaux d'accumulateurs pour la charge desquels on en a dépensé 100.

Pour l'air comprimé, la proportion est beaucoup plus faible. Les renseignements les plus sûrs à cet égard sont ceux contenus dans la note lue en 1889 devant la « British Association » par le prof^{r} Kennedy. On y trouve pour l'air froid un rendement de 0,39, c'est-à-dire que pour chaque 100 chevaux indiqués par la machine de compression, le moteur actionné par l'air com-

primé, transmis par les conduites, ne recevrait que 39 chevaux. Il est vrai qu'en réchauffant l'air à 320° Fahr. (160° C.), avant de l'introduire dans le moteur, on porte le rendement à 0,54. Mais l'énergie calorifique ainsi transmise à l'air comporte une dépense de combustible au lieu d'emploi, de sorte que l'usage de l'air comprimé réchauffé implique les deux modes de transmission : celle par l'intermédiaire de l'air circulant sous pression dans les conduites et celle par combustible sous la forme latente. Pour avoir des chiffres comparables, il faut donc s'en tenir au rendement avec l'air non réchauffé ; il faut de plus tenir compte de la perte d'énergie qui résulte nécessairement du frottement dans les conduites. Ce frottement ne se produirait pas avec les récipients pour le transport de l'air sous pression, mais en revanche les pertes dues au frottement à la traversée des valves seraient plus considérables, parce qu'il deviendrait nécessaire d'interposer entre les récipients et les moteurs à air un dispositif pour régulariser la pression de l'air fourni. La perte due à cet appareil serait probablement plus grande que la perte correspondante dans le système Popp où la pression est constante. A défaut de données expérimentales à cet égard, je prendrai la valeur trouvée par le profr Kennedy, c'est-à-dire 2 0/0, ce qui porte à 0,40 environ le rendement. Le même auteur donne pour le rendement d'un moteur à air la valeur de 0,67 avec l'air froid, ce qui donne un rendement total de 26,7 0/0.

Voyons maintenant ce que donnerait l'emmagasinement électrique. Le rendement d'une dynamo, c'est-à-dire le rapport de l'énergie électrique à la puissance mécanique qui l'a produite, peut être évalué à 0,83 ; celui des accumulateurs à 0,80 et celui du moteur à 0,85 au moins, de sorte que le rendement final ressort à 0,56, soit plus du double de celui qu'on obtient avec l'air comprimé. J'ai supposé que la dynamo était actionnée par une machine à vapeur, parce que les seules données dont je dispose au sujet de l'air comprimé se rapportent à des compresseurs mûs par des machines à vapeur ; mais il est évident que la comparaison entre les deux systèmes ne saurait être affectée par le choix de la source d'énergie et que les résultats en resteraient pratiquement les mêmes si l'énergie était supposée provenir d'une chute d'eau.

Ainsi, au moins au point de vue du rendement, l'air est fort au-dessous de l'électricité comme agent d'emmagasinement pour le transport de l'energie. Voyons s'il se comporte mieux au point de vue du second des facteurs essentiels que nous avons indiqués : les frais de transport. Malheureusement, si l'on dispose de données à peu près exactes pour le transport des accumulateurs, il n'en est pas de même pour l'air comprimé. Je ne sache pas qu'aucune expérience ait été faite pour déterminer le poids des réservoirs à air et, à défaut de renseignements sur ce point, j'adopterai les données que le profr Osborne Reynold a calculées et indiquées dans ses *Cantor lectures* de 1888. D'après lui, le poids du réservoir en acier et de l'air contenu serait de 136 kg par cheval-heure emmagasiné. Or, le poids d'une batterie secondaire avec les vases, le liquide contenu et tous les accessoires, n'excède pas 45 kg par cheval-heure d'énergie emmagasinée, c'est-à-dire le tiers seulement du poids d'un réservoir à air équivalent.

Ainsi, au point de vue du rendement, l'air comprimé est deux fois moins avantageux comme agent d'emmagasinement que la batterie secondaire et, au point de vue du poids, il est trois fois moins avantageux. Il ne saurait y avoir hésitation et nous pouvons dire que, si l'énergie d'une chute d'eau doit être transmise à un point éloigné par emmagasinement, l'électricité est le seul agent qui doive être choisi.

La transmission par accumulateur sera-t-elle avantageuse? C'est là une autre question à laquelle il est difficile de répondre. Rapproché de celui qui consiste à transmettre l'énergie sous sa forme vive par le moyen de deux simples fils, ce mode paraît bien encombrant avec ses transports d'accumulateurs ; mais, quand on examine les différentes solutions possibles d'un problème aussi important que celui-ci, il faut écarter toute idée préconçue et juger chaque mode sur ses mérites propres, sans se laisser arrêter par son plus ou moins d'élégance. Examinons donc de plus près le mode de transmission au moyen des accumulateurs.

En fait, ce mode est déjà en usage, non pour des transmissions pures et simples à grandes distances, mais pour un genre spécial de transmission à des distances comptées par milles. Je veux parler des tramways électriques auxquels l'énergie motrice nécessaire est fournie par des accumulateurs chargés à une station centrale et qui fournissent des parcours de plusieurs milles avant d'avoir besoin d'être rechargés. Le but, dans ce cas spécial, n'est plus de transmettre en bloc une certaine quantité d'énergie d'un point à un autre, mais de fournir au véhicule l'énergie nécessaire à sa propulsion pendant toute la durée du voyage. Mais nous pouvons concevoir que ce véhicule, au lieu de recevoir des voyageurs, soit chargé de batteries d'accumulateurs en dehors de celles nécessaires pour sa propulsion. Ces batteries supplémentaires pourront alors servir à transmettre d'un point à un autre une quantité déterminée d'énergie. Voyons comment ce système pourrait s'appliquer au cas que nous avons pris pour exemple, de l'utilisation d'une chute d'eau par une usine éloignée.

A la chute d'eau, des récepteurs hydrauliques fourniront la force motrice nécessaire pour la charge des accumulateurs ; une ligne de tramway reliera la station électrique au point d'utilisation

de l'énergie, et des trains mûs par des électromoteurs transporteront sur cette ligne, jusqu'au lieu d'emploi, les accumulateurs chargés, destinés à actionner l'électromoteur qui doit récupérer l'énergie emmagasinée. Ces accumulateurs seront ramenés à la station quand leur charge aura été réduite à ce qu'il faut pour assurer le retour. Le système sera naturellement d'autant plus économique que la dépense d'énergie pour le voyage aller et retour de la station de charge au lieu d'utilisation, sera plus faible, autrement dit que le rapport entre la quantité d'énergie fournie par les accumulateurs à l'électromoteur de l'usine et celle qu'ils auraient pu fournir à ce même électromoteur placé à la station de charge même, c'est-à-dire à une distance nulle, rapport que nous appellerons « rendement de transmission », se rapprochera davantage de l'unité.

Supposons, par exemple, qu'une batterie pouvant fournir 1 000 chevaux-heure exige pour son transport une dépense de 50 chevaux-heure pour un voyage simple. L'énergie disponible au lieu d'emploi ne sera plus que de 900 chevaux-heure, et, dans ce cas, la valeur du rendement de transmission sera 0,90. Si la distance de transport vient à doubler, le rendement pourra descendre à 0,80, il pourra tomber à 0,70 pour une distance triple, et ainsi de suite.

Naturellement, le rendement dépendra aussi de la nature et de l'état des voies sur lesquelles s'effectuera le transport. Relativement faible sur une route carrossable, il sera plus élevé avec un tramway, plus considérable encore avec un chemin de fer et atteindra son maximum sur un canal.

Deux méthodes se présentent pour l'appréciation de la valeur économique d'un système de transport d'énergie. On peut soit déterminer le rendement pour une distance donnée, soit au contraire évaluer la distance jusqu'à laquelle un rendement donné peut être obtenu. J'adopterai cette seconde méthode qui se prête mieux à la comparaison des différents systèmes de transmission, comparaison qui nous permettra de voir si et dans quelles conditions l'emploi d'accumulateurs est avantageux.

Les seuls agents que nous ayons à mettre en concurrence avec les accumulateurs électriques pour le transport par emmagasinement sont : grains et combustibles transportés au lieu d'emploi pour y être convertis en énergie par des machines, animées ou inanimées.

Pour le grain, le point de départ est le champ de production. De ce champ, des véhicules appropriés le transportent au lieu d'emploi où il est absorbé par les bêtes de somme qui fournissent l'énergie dont on a besoin. Je n'ai pas besoin de dire qu'aucun industriel, aujourd'hui, ne voudrait se servir de ce mode de production de l'énergie. Le charbon est assez abondant encore et la machine à vapeur la plus rudimentaire constitue un instrument infiniment plus économique et plus pratique. Dans certains cas spéciaux pourtant, les animaux sont préférés ; on comprend très bien en effet que s'il est absurde de vouloir faire produire par des chevaux la force motrice nécessaire à une filature, ces animaux ou leurs congénères peuvent être un élément nécessaire dans le cas d'exploitations agricoles.

Quoi qu'il en soit, pour amener le grain au lieu d'emploi, les chevaux dépensent une certaine quantité de force, ce qui se traduit par la consommation d'une quantité correspondante de grains.

Le retour des voitures vides entraîne de même une perte analogue. Le rapport entre la quantité de grains amenée à l'usine et celle prise dans le champ représentera le rendement de transmission. Supposons que ce rapport soit de 90/100 comme dans le cas de la transmission par l'électricité ; c'est-à-dire que, sur 100 sacs de grain enlevés du champ, les chevaux en mangent 6 1/2 sacs pour le transport à l'usine et 3 1/2 sacs seulement pour le retour des voitures vides, ne laissant ainsi que 90 sacs pour être convertis en force à l'usine. La distance jusqu'à laquelle ce transport pourra être effectué, tout en conservant au mode de transmission la valeur de rendement prise comme type, donnera un élément d'appréciation du mérite du système au point de vue économique.

La transmission de l'énergie latente emmagasinée dans les combustibles se présente d'une façon analogue. Le charbon chargé en wagon à la mine est amené au lieu d'utilisation au moyen de locomotives qui en consomment une partie en route. Si chaque train fournit 90 tonnes de charbon pour chaque 100 tonnes tirées de la mine, le rendement sera encore de 0,90.

J'ai déjà dit que la distance exacte à laquelle il est possible de transporter l'énergie emmagasinée par l'un des trois agents mentionnés (grain, charbon, accumulateurs) dépendait beaucoup de la nature de la voie sur laquelle s'effectue le transport. Le nombre des cas que l'on peut concevoir est à peu près infini ; mais, comme notre but est plutôt d'obtenir des termes de comparaison que des données exactes pour chaque système, je ne m'occuperai que de trois sortes de voies : la route carrossable ordinaire, le tramway et le chemin de fer, et je calculerai, pour chacune d'elles, la distance à laquelle l'énergie peut être transmise en consentant une perte de 100/0. Le tableau ci-après donne les résultats de ce calcul.

La vitesse de transmission a été supposée respectivement de 4, 6 et 20 milles pour la route, le tramway et le chemin de fer, dans les deux cas du combustible et des accumulateurs ; elle a été prise égale à 4 milles pour les trois sortes de chemins dans le cas du grain. Les différentes voies ont été supposées en parfait état, exemptes de

rampes et de courbes et il a été admis qu'elles permettaient le transport sans interruption aux vitesses indiquées. Ces conditions ne sont évidemment pas celles de la pratique; il aurait fallu faire intervenir les pentes et les courbes, tenir compte des ralentissements, des arrêts, des parties mauvaises des voies, etc., tous éléments qui eussent contribué à réduire encore les distances indiquées au tableau, mais, je le répète, il s'agit ici d'une simple comparaison qui ne se trouve pas affectée, puisque les différents chiffres sont altérés dans le même sens et de quantités sensiblement égales.

TRANSMISSION D'ÉNERGIE EMMAGASINÉE

SOURCE D'ÉNERGIE	DISTANCE EN MILLES POUVANT ÊTRE ATTEINTE avec un rendement de 90 0/0 par :		
	ROUTE	TRAMWAY	CHEMIN DE FER
Charbon et machine à vapeur	115	270	1300
Grains et cheval	52	170	440
Accumulateurs et électromoteurs	4	10	26

Il ressort de ce tableau que l'électricité ne peut entrer en concurrence avec les deux autres agents pour la transmission de l'énergie par emmagasinement.

Le cheval traînant la voiture qui porte le grain travaille, sur une route ordinaire, dans des conditions de rendement deux fois meilleures que la locomotive électrique traînant des accumulateurs sur une voie ferrée. L'écart est plus grand encore entre cette locomotive et la locomotive à vapeur transportant du charbon. Pour la même perte, cette dernière peut transmettre l'énergie emmagasinée à une distance cinquante fois plus considérable.

Ainsi, pour avoir un rendement de 0,90 avec les accumulateurs, il ne faut pas dépasser, en se servant d'un tramway pour leur transport, la distance de 10 milles (16 km), c'est-à-dire que, si la voiture de tramway a son chargement composé exclusivement d'accumulateurs, nous pourrons lui faire parcourir 10 milles à charge et 10 milles à vide (pour le retour) moyennant une perte de 10 0/0 sur l'énergie emmagasinée dans les accumulateurs. Rapprochons ce résultat de ceux que donnent les tramways électriques pour voyageurs actuellement en exploitation.

Le poids total d'une ces voitures est d'environ 10 tonnes réparties ainsi qu'il suit : voiture et moteur, 4 tonnes ; accumulateurs, 2,5; voyageurs, 3,5. D'après le tableau qui précède, si ces 3 1/2 tonnes étaient utilisées pour des batteries d'accumulateurs, la voiture pourrait parcourir 20 milles avec une perte de 10 0/0 de sa charge, ou 200 milles en supposant l'épuisement complet de l'énergie emmagasinée; mais, comme la voiture ne porte que 2 1/2 tonnes d'accumulateurs au lieu de 6, le parcours théorique ne devrait être que de 86 milles. Nous avons déjà dit que ce résultat ne pouvait être obtenu dans la pratique, et, de fait, les tramways électriques avec accumulateurs ne parcourent guère que 30 à 60 milles (48 à 96 km) avec une série d'accumulateurs. Les limites données plus haut devraient donc être encore réduites de moitié.

Mais le rendement de transmission n'est pas le seul ni même le plus important des facteurs qui interviennent dans la question.

L'élément intéressant pour le propriétaire c'est le prix auquel lui revient l'énergie qu'il reçoit. Il est bien certain que, toutes choses égales, l'augmentation du rendement de transmission assure la diminution de la dépense, mais en pratique interviennent une foule de circonstances et et ce serait faire un mauvais calcul que de négliger toute autre considération pour obtenir un rendement élevé. Sans doute, il est flatteur pour l'ingénieur de faire ressortir le rendement élevé qu'il a obtenu; mais, si ce rendement n'a été atteint qu'au prix de dépenses excessives d'installation ou doit entraîner des frais considérables d'exploitation, le propriétaire ne partagera peut-être pas la satisfaction de son ingénieur. Aussi celui-ci doit-il s'attacher à obtenir un prix de revient minimum pour les conditions données.

Nous venons de voir qu'au point de vue du rendement la transmission par accumulateurs était incomparablement inférieure aux deux autres modes; en sera-t-il de même au point de vue plus pratique de la dépense. Il va de soi que celle-ci ne comporte pas seulement le prix du charbon brûlé si l'agent de conversion est la machine à vapeur ou la valeur de l'eau, si c'est une turbine, mais encore toutes les dépenses accessoires, telles que salaires, intérêt, réparations, dépréciation, etc. En tenant compte de ces éléments divers, on trouve que le prix du cheval-vapeur pris sur une chute d'eau varie entre 2 et 8 livres sterling (50 et 200 fr) par an, ce prix dépendant naturellement de la quantité totale d'énergie, de la quantité d'eau, de la hauteur de chute et de diverses conditions locales qui peuvent avoir une grande influence sur le prix des récepteurs hydrauliques. Les cas sont exceptionnels où le prix est descendu à 2 livres (50 fr); d'autre part, au-delà de 8 livres par an (200 fr) la chute d'eau mérite bien rarement d'être utilisée, soit électriquement, soit autrement. J'adopterai 3 et 6 livres (75 et 150 fr) commme limites entre lesquelles une chute d'eau se prête à l'utilisation par transmission électrique au moyen d'accumulateurs.

On admet généralement que l'énergie fournie par la machine à vapeur revient à 10 livres (250 fr) par cheval et par an avec les grandes machines.

Avec des machines plus petites et, par suite, moins économiques, ce prix de revient peut s'élever à 20 livres et même à 40 livres (500 et 1 000 fr).

Nous admettrons enfin que, dans tous les cas, l'énergie doit être fournie pendant 3 000 heures par an (300 journées de 10 heures).

Il est clair que, si nous avons à transmettre une quantité considérable d'énergie — c'est-à-dire de 100 chevaux-vapeur et au dessus — les accumulateurs devront nous permettre de transmettre cette énergie avec une dépense inférieure à 10 livres (250 fr) par an, puisqu'au delà il deviendrait plus avantageux d'établir une machine à vapeur. J'ai déjà dit qu'un système de transmission par accumulateurs pouvait donner un rendement de 56 0/0 en admettant 10 0/0 pour la transmission proprement dite. Il nous faudra donc, pour avoir 100 chevaux-vapeur, charger avec 178 chevaux pendant un temps égal à celui durant lequel on a besoin de cette force. Si donc le coût annuel du cheval-vapeur est de 3 livres (75 fr) à la station génératrice, il atteindra 5 £ 6 sh. (133, 50 fr) à la station réceptrice. A cette somme il faut encore ajouter les dépenses d'exploitation et l'intérêt et l'amortissement de l'installation qui, dans le cas actuel, comprend: dynamo génératrice, moteur, batteries, voie de transmission avec son matériel de locomotives et de wagons. Pratiqué sur une petite échelle, comme on le fait actuellement pour les installations d'éclairage, l'emmagasinement de l'énergie dans les accumulateurs fait ressortir à 1 000 fr environ le prix du cheval-vapeur; nous pouvons admettre qu'avec des appareils plus importants, cette dépense serait réduite à 30 livres (750 fr), de sorte que la dépense à prévoir pour une batterie d'accumulateurs pouvant actionner un moteur de 100 chevaux serait de 3 330 livres (83 250 fr) ou plutôt de 6 660 livres, car pour économiser le transport et réduire l'usure des éléments, il sera avantageux d'avoir deux batteries, l'une étant en charge pendant que l'autre travaille. L'intérêt et l'amortissement ne seraient certainement pas inférieurs à 15 0/0, sur 10 livres par cheval-vapeur (250 fr).

Nous n'avons pas besoin d'évaluer les dépenses de la station génératrice, ni celles correspondant à l'intérêt et à l'amortissement de la machinerie électrique et de la voie, dépenses qui viendraient encore majorer ce chiffre. Il est évident d'ores et déjà qu'il est impossible aux accumulateurs d'entrer en concurrence avec la machine à vapeur locale si celle-ci est de dimensions suffisantes pour produire l'énergie à raison de 10 livres (250 fr) par cheval annuel.

Mais, pour la production de petites forces, la machine à vapeur ne peut plus travailler dans les mêmes conditions d'économie. Si par exemple nous n'avons besoin que de 5 chevaux-vapeur, le prix de revient du cheval-vapeur fourni par un moteur à gaz ou à vapeur serait, non plus de 10 livres, mais de 20 à 40 livres (500 à 1 000 fr par an. Dans ces conditions peut être serait-il avantageux d'établir une station centrale pour la production en grand — économique par conséquent — de l'énergie qui serait ensuite distribuée au moyen d'accumulateurs électriques. Evidemment les avantages de cette combinaison seraient tout à fait illusoires s'il fallait construire une ligne spéciale pour le transport des accumulateurs ; mais ne peut-il arriver qu'une compagnie de tramways, assurant déjà un service de voyageurs, désire augmenter ses revenus en utilisant sa voie et son matériel pour la fourniture de force motrice. Il faudra bien entendu qu'elle livre cette force à un prix inférieur à celui résultant de l'emploi d'une machine à vapeur locale. Prenons un client ayant besoin chaque jour pendant 10 heures de 5 chevaux de force.

Un électromoteur de 5 chevaux-vapeur nécessitera environ 2 1/2 tonnes d'accumulateurs, entraînant une dépense de 170 £ (4 250 fr). La dynamo de charge, le moteur et le régulateur coûteront à peu près 150 £ (3 750 fr), de sorte que, en supposant que nous ayions une batterie de rechange, la dépense totale sera de 490 £ (12 250 fr).

Évaluons maintenant les dépenses d'exploitation en supposant une distance de 5 milles (8 km) entre la station réceptrice et la station génératrice, cette dernière pouvant être ou le dépôt de tramways ou une station centrale d'éclairage établie sur le parcours de la ligne. A chacun des terminus, nous aurons les installations mécaniques nécessaires pour la manutention (chargement et déchargement) des batteries. Les accumulateurs chargés seront placés le matin sur le tramway qui les transportera au lieu d'utilisation, où ils seront sortis de la voiture et reliés au moteur. La batterie ayant servi la veille sera reprise par le tramway et ramenée au dépôt pour y être rechargée par la dynamo. De la sorte, la voiture n'aura qu'un voyage aller et retour à faire chaque jour; comme d'ailleurs elle pourra effectuer le trajet à une vitesse modérée, le prix de ce transport sera moins élevé que dans le cas du service pour voyageurs qui exige une allure plus rapide et occasionne des arrêts fréquents. Je suppose que le prix de la traction soit de 3 pences par mille (0,19 fr par km), y compris l'amortissement du matériel et j'admets que la manutention des accumulateurs donne lieu à une dépense quotidienne de 2,50 fr.

Le compte d'exploitation s'établira de la façon suivante :

Energie à la station génératrice à 10 £ permettant un rendement de 65 0/0[1] :

[1] Dans ce cas, le rendement est le rapport entre l'énergie fournie à la dynamo de charge et celle obtenue du moteur et ne dépend pas de la perte pour transmission qui figure à part dans le compte sous la rubrique *traction*.

$10 \times 5 \times \frac{100}{65} =$	77 £ »	(1 925 fr. »)
Traction :		
$3 \times (2 \times 5) \times 300$.....	37 10 s	(937 50)
Manutention :		
$2 \times 300 = 600$ sh......	30 »	(750 »)
Intérêt et amortissement des accumulateurs :		
15 0/0 sur 340 £........	51 »	(1 275 »)
Intérêt et amortissement des machines électriques :		
10 0/0 sur 150 £........	15 »	(375 »)
Dépense annuelle totale....	210 £ 10 s	(5 262 fr. 50)

Cette dépense annuelle correspond à une somme de 42 £ 2 sh. (1 052,50 fr) par an et par cheval-vapeur, équivalente, sinon supérieure au prix de revient de l'énergie fournie par une petite machine à vapeur. Il n'y aurait donc pas encore avantage à recourir aux accumulateurs. Il est facile de voir du reste que la réduction de la distance de transport ne saurait influer d'une façon notable ; la diminution de dépense — peu considérable d'ailleurs — qui en résulterait ne porterait que sur les frais de traction ; or, en supposant ces frais nuls, il reste encore une dépense annuelle de 34 £ 12 (865 fr) par cheval-vapeur. Les accumulateurs ne peuvent donc entrer en concurrence avec les machines à vapeur même pour les petites forces.

Allons plus loin et supposons que des raisons locales excluent l'usage de combustible. Nous n'avons plus alors à choisir qu'entre la transmission électrique directe par des conducteurs et la transmission par accumulateurs. Lequel des deux modes sera le plus économique? Sauf peut-être en ce qui concerne le voltage, dynamo et moteurs seront les mêmes pour les deux cas ; la comparaison porte donc sur les accumulateurs et les conducteurs. Un premier point à examiner est de savoir si, dans le cas de la transmission directe, les conducteurs seront aériens ou souterrains. Avec des conducteurs aériens, le coût de la ligne n'excédera pas 130 £ (3 250 fr). Comme j'aurai à revenir sur les conditions d'installation de transmission par fils et à les examiner en détails, je vous demanderai d'accepter ce chiffre comme exact sans que j'aie à le justifier devant vous ; j'ajoute que les diverses expériences, faites à cet égard et dont je compte vous parler, permettent de le déterminer avec une grande approximation. Il n'en est pas de même pour les transmissions souterraines, pour lesquelles les données expérimentales font défaut, ce qui m'oblige à établir les prix de revient par comparaison avec les canalisations souterraines pour lumière.

Je me reporterai à cet égard à la note sur *les Stations centrales d'éclairage* lue le 12 avril 1888 devant l' « Institution of Electrical Engineers », par M. Crompton. Me référant aux tables jointes à cette note qui donnent les prix de conducteurs souterrains de différents types et de différentes grosseurs, je trouve qu'un conducteur de section suffisante pour transmettre une force de 5 chevaux et isolé de manière à résister à une tension de 10 000 volts coûterait environ 670 £ (16 750 fr) par mille (10 410 fr le km).

Nous avons maintenant tous nos éléments de comparaison, résumons-les dans le tableau ci-après.

PROJET DE TRANSMISSION POUR 5 CHEVAUX DE FORCE

DISTANCE DE TRANSMISSION		COUT ANNUEL PAR CHEVAL-VAPEUR FOURNI AVEC TRANSMISSION					
		PAR BATTERIES		DIRECTE			
EN MILLES	KM			AÉRIENNE		SOUTERRAINE	
		£	fr.	£	fr.	£	fr.
1	1,6	36,1	902,50	22,8	570	33,6	840
2	3,2	37,6	940 »	25,6	640	47,2	1180
3	4,8	39,1	977,50	28 »	700	60 »	1500
4	6,4	40,6	1015 »	30,6	765	74 »	1850
5	8 »	42,1	1052,50	33 »	825	87 »	2175

Les chiffres ci-dessus comprennent les frais de production à la station génératrice (évalués à 10 £ par an et par cheval-vapeur) et l'intérêt de l'amortissement évalués à 15 0/0 pour les accumulateurs et à 10 0/0 pour la ligne et le matériel électrique.

Ainsi les batteries d'accumulateurs doivent encore céder le pas à la transmission directe avec fils aériens, même pour des distances considérables. Toutefois, dans les villes, les lignes aériennes ne sont guère admises et, s'il nous faut recourir aux conducteurs souterrains, nous voyons que, dès que la distance dépassera un mille, les accumulateurs seront plus avantageux. Voici donc enfin un cas dans lequel les accumulateurs devront être préférés, mais il implique tant de conditions que l'on peut convenir que l'emploi de ces appareils restera toujours très restreint. Si nous récapitulons, nous voyons en effet qu'il faut qu'il s'agisse de petites quantités d'énergie, qu'on dispose d'une ligne de tramway, que le consommateur ait une installation pour la manutention des accumulateurs, que cette installation se retrouve à la station génératrice, qu'il ne soit pas possible d'établir de conducteurs aériens, que la distance excède un mille, enfin que quelque motif local s'oppose à l'usage d'une machine à combustible. Il n'est pas besoin de dire qu'un système de transmission dont l'adoption dépend du concours de tant de circonstances différentes ne peut avoir aucune importance industrielle. Nos recherches aboutissent donc à un résultat négatif. La transmission d'énergie au moyen d'accumulateurs ne saurait entrer en concurrence avec les autres modes de transmission et cela qu'il s'agisse de petites ou de grandes forces.

Si je me suis arrêté aussi longuement sur ce mode de transmission c'est que l'idée de la dis-

tribution de l'énergie, « mise en bouteilles, » si vous voulez me permettre de m'exprimer ainsi, paraît avoir un charme néfaste pour nombre d'inventeurs. C'est une vieille idée qui revient sans cesse et j'ai pensé qu'il était bon de vous en montrer le peu de valeur. On objectera peut-être qu'aucune application du système n'ayant été faite jusqu'ici, il est prématuré de l'apprécier. Pourtant le système n'a pas seulement séduit des électriciens amateurs, mais aussi des praticiens. Je vous citerai à cet égard un rapport fourni il a deux ans environ par M. J.-F. Fanning sur la question de l'utilisation des chutes du Niagara et dans lequel l'auteur s'exprime ainsi: « Les courants nécessaires pour la transmission de l'énergie et pour l'éclairage peuvent être fournis aux cités voisines et des accumulateurs peuvent être chargés pour l'usage des cités environnantes. » En écrivant cette phrase, M. Fanning a naturellement en vue le prix peu élevé de l'énergie fournie par les chutes et probablement aussi un canal pour le transport des batteries. Sans doute, dans ces conditions, si ces batteries pouvaient être faites plus légères, moins chères et plus durables que celles actuelles, elles pourraient entrer en concurrence avec les autres agents de transmission. Mais nous n'en sommes pas là et, nous venons de le voir, nos accumulateurs actuels ne peuvent trouver emploi pour le transport de l'énergie que dans des circonstances tout à fait exceptionnelles et quand la transmission directe par conducteurs ne peut être adoptée.

Le seul cas où la transmission par accumulateurs ait pris quelque importance est celui des locomotives électriques.

Bien qu'à la rigueur la question des tramways électriques rentre dans le sujet de ces conférences, je n'ai pas l'intention de m'y arrêter, car cette seule branche de la transmission de l'énergie exigerait, pour être traitée avec les développements qu'elle mérite, tout le temps dont je dispose. Je me contenterai donc de vous donner un aperçu général de la question.

Notre pays offre deux excellents exemples de tramways avec accumulateurs: les tramways de Birmingham et ceux de Barking-Road dans le nord de Londres. Je n'ai que peu de renseignements sur le premier ; en revanche, je dois à l'obligeance de M. Thomas Fraser, ingénieur en chef du second, des renseignements complets sur celui-ci. M. Reckenzaun a bien voulu de son côté me fournir les données concernant ses tramways de Philadelphie. Le tableau ci-après résume ces divers renseignements et permet quelques comparaisons intéressantes:

TRAMWAYS AVEC ACCUMULATEURS

	BIRMINGHAM	BARKING ROAD	PHILADELPHIE	
			PETITES VOITURES	GRANDES VOITURES
Poids de la voiture (en tonnes anglaises)[1]	—	3,275	2,500	3,620
— du moteur et transmission id.	—	1,360	0,980	1,140
— des accumulateurs id.	2,850	2,400	1,770	2,450
— des voyageurs id.	3,300	3,600	2,230	3,600
Poids roulant total id.	10,50	10,63	7,480	10,810
Proportion pour cent de charge payante	31,5	34	30	33,200
Nombre d'éléments	96	96	84	116
Courant maximum	—	70	70	80
Energie maximum de la batterie (aux bornes) (chev.-vap. électr. anglais)[2]	—	19	14	23
Energie moyenne id. id.	—	6	4,8	5,4
Energie maximum par 10 tonnes de poids roulant id.	—	17,8	18,7	21,3
Energie moyenne id. id.	—	5,65	6,42	4,95

[1] La tonne anglaise vaut 1 016 kg.
[2] Le cheval-vapeur anglais vaut 746 watts.

En prenant les moyennes pour les deux dernières lignes, nous trouvons que, pour une voiture représentant un poids roulant total de 10 tonnes, il nous faudra employer une batterie d'accumulateurs capable de donner un rendement maximum aux bornes de 19 chevaux électriques et un débit moyen de 5,6 chevaux. Il faut noter toutefois que ces chiffres s'appliquent au tramway en mouvement et ne comprennent pas la dépense d'énergie pour les démarrages. M. Fraser a fait des observations très minutieuses à cet égard et a trouvé que la totalité de l'énergie dépensée par voiture en service, divisée par le temps, donnait une moyenne de 7,33 chevaux, c'est-à-dire que l'énergie absorbée par le travail intermittent du tramway est la même que celle qu'absorberait un moteur auquel des accumulateurs fourniraient d'une façon régulière, pendant toute la journée, 7,33 chevaux. Or un bon moteur dépensant 7,33 chevaux donnera 6 1/2 chevaux au frein; d'autre part, le rende-

ment des batteries ne dépassera guère 60 0/0, à cause de la nature très irrégulière du travail fourni ; l'énergie à dépenser pour charger les accumulateurs sera donc, par voiture, d'environ 12 chevaux électriques. Le rapport entre la puissance indiquée de la machine et l'énergie fournie par la dynamo de charge peut être pris égal à 80 0/0, de sorte que nous aurons à prévoir une machine de 15 chevaux indiqués par voiture, étant supposé que les machines travailleront durant le même temps que les voitures.

Il est clair que si les machines marchaient nuit et jour, leur puissance pourrait être réduite.

Revenons maintenant à notre examen de la transmission d'énergie par une station centrale. On entend souvent dire que la distribution de la force motrice et non celle de la lumière, doit devenir la principale source de revenu pour ces stations. Cette assertion est fondée sur l'argument suivant: les demandes de lumière sont très inégales; dans la journée la station ne fournit guère que le dixième de sa capacité et ce n'est que dans la soirée que la consommation s'accroît et, à ce moment, elle atteint très rapidement son maximum. La période de grosse consommation ne s'étend pas au-delà de quelques heures. Durant cette période, les machines travaillent économiquement. mais le reste du temps il n'en est plus de même. Il serait donc avantageux pour les stations centrales de se créer une clientèle pour la distribution de force motrice, de manière à avoir un fonctionnement continu à pleine charge. On augmenterait ainsi considérablement les revenus sans augmenter sensiblement les dépenses. Cette combinaison est parfaitement logique, mais elle a le défaut grave de ne pas se prêter aux véritables conditions de la pratique.

Comme vous le savez, le courant électrique est distribué par les stations centrales à des prix variant de 4 1/2 à 8 deniers et même 1 schelling (0,45 à 0,80 fr et même 1,20 fr) par unité du Board of Trade. Admettons qu'un petit manufacturier qui n'a besoin que de quelques chevaux de force motrice consente à se défaire de son moteur à gaz ou à vapeur et s'abonne à une station d'électricité. Que lui coûtera la force dont il a besoin? Naturellement cela dépendra du nombre d'heures pendant lequel il aura besoin de cette force dans le cours de l'année. S'il s'agit d'une petite fabrique travaillant sans interruption, nous pouvons tabler sur 3 000 heures par an; à raison de 7 deniers (0,70 fr) (prix usuel à Londres) le cheval-vapeur annuel reviendra à 75 livres (1 875 fr) en comptant 1 livre 10 sh. (46,70 fr) par cheval pour intérêt et amortissement du moteur et 1 livre (25 fr) pour frais d'exploitation. Le tableau suivant donne d'ailleurs ce même prix de revient annuel du cheval-vapeur pour des prix divers de l'unité du courant.

ÉNERGIE FOURNIE PAR UNE STATION CENTRALE

Prix de l'unité du Board of Trade	deniers.	1	2	3	4	5	6	7	8
	francs..	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80
Prix par an du cheval-vapeur pour 3 000 heures..................	livres..	12,9	23,3	33,5	43,9	54,2	64,5	75 »	85,4
	francs..	322,50	582,50	837,50	1097,50	1355 »	1612,50	1875 »	2135 »

Il ressort clairement de ce tableau que le petit consommateur ne se servira d'un électromoteur que lorsqu'il pourra avoir le courant à 3 deniers (0,30 fr), et, jusqu'à ce que les compagnies d'électricité puissent descendre à ce prix (ce qui actuellement ne paraît pas aisé), il y aura peu de débouché pour elles de ce côté. Un autre désavantage c'est que la demande de force peut nécessiter, en hiver par exemple, une extension de la station.

Nous avons raisonné jusqu'ici dans le cas d'une fourniture continue de force; mais, si la dépense de force est intermittente, l'électromoteur devient l'appareil le plus économique aussi bien au point de vue des frais de premier établissement que de ceux d'exploitation. Quantité de petites industries n'ont besoin de force motrice que quelques heures par jour. Un tour, par exemple, marchera 2 heures par jour. Or, dans ce cas, le prix du cheval-vapeur tomberait, le courant pris à 7 deniers, à 15 livres seulement par an (375 fr), résultat auquel ne saurait prétendre le moteur à gaz ni la machine à vapeur. Sans compter qu'avec l'électromoteur l'énergie est toujours disponible, et que le consommateur est dispensé des mille petits soins qu'exigent les autres moteurs avant leur mise en marche: examen de la pompe d'alimentation, ouverture des robinets, etc. etc. Avec l'électromoteur, il suffit de tourner le commutateur pour avoir l'énergie dont on a besoin et de le ramener dans sa position primitive quand le travail est terminé. Pour les usages domestiques, rien de plus commode ni de plus économique que la fourniture de l'énergie électrique par une station centrale. La collection d'appareils que l'obligeance de la « Keys Electric Company » me permet de placer sous vos yeux, vous permettra de vous faire une idée de la facilité avec laquelle l'énergie électrique peut être utilisée pour la petite machinerie domestique et quels services variés elle peut rendre.

J'ai fini avec les questions générales; peut-être ai-je un peu abusé des chiffres, mais les considérations financières sont d'une telle importance en pareille matière qu'il ne m'a pas paru possible de les passer sous silence. Dans les deux prochaines conférences, je reviendrai sur les parties les plus intéressantes de notre sujet et j'examinerai avec vous les principes scientifiques et les détails techniques relatifs à cette importante question du transport de l'énergie à grande et à petite distances, sous sa forme cinétique.

(*à suivre.*)

BIBLIOGRAPHIE

Les emplois industriels, médicaux et hygiéniques de l'oxygène, de l'ozone et de lacide carbonique, par A.-M. Villon.

Brochure in-8° de 80 pages. Prix: 1 fr. (*Paris, Bernard Tignol*).

Cette brochure, dans son ensemble, est d'un grand intérêt; à notre point de vue spécial, nous n'avons à nous arrêter que sur la deuxième de ses trois parties, celle qui concerne l'ozone.

Si les deux autres parties ont une importance incontestable, celle qui nous intéresse davantage n'est pas moins digne de retenir l'attention de ceux qui s'occupent d'industrie, de médecine et d'hygiène. C'est une question encore neuve, un champ d'exploration peu parcouru; mais ce que l'on en connait fait espérer pour l'avenir des résultats aussi nombreux que variés, des applications aussi heureuses pour l'industrie que bienfaisantes pour la santé publique. Aussi M. Villon a-t-il pu citer treize applications différentes de l'ozone qu'il préconise; il aurait pu en ajouter d'autres.

Malheureusement ce puissant agent n'est pas encore, comme on pourrait le croire, d'une fabrication facile, bien que M. Villon soit l'inventeur d'un appareil pour le produire, appareil que d'ailleurs il ne décrit que très incomplètement. Il n'y a pas encore de procédé industriel permettant d'obtenir économiquement l'ozone. Pour des applications médicales seulement on l'obtient électriquement dans des conditions où il est possible de l'administrer efficacement. Et encore l'opinion des membres du corps médical est-elle très partagée à cet égard.

Quoi qu'il en soit, la voie est ouverte et les chercheurs ont devant eux un but digne de tous leurs efforts. M. Villon n'eût il apporté par son intéressant travail qu'une petite pierre à l'œuvre en voie de réalisation que nous devrions l'en féliciter.

Primary batteries [Les piles primaires], par Henri S. Carhart, professeur de physique à l'Université de Michigan.

In-12, x-193 pages, avec 67 figures (*Allyn and Bacon, Boston*).

Tout livre qui porte un titre semblable à celui-là éveille tout d'abord la suspicion du lecteur. Les piles ont en effet été l'objet de tant d'espérances déçues, elles ont donné lieu à tant de réclames trompeuses, qu'on est bien un peu fondé à les voir d'un mauvais œil.

Ce n'est toutefois pas une raison pour les rejeter d'une manière absolue et porter contre elles un jugement réprobateur qui les englobe toutes et rejaillise sur les livres et les auteurs qui traitent la question au point de vue scientifique et théorique. De même qu'il y a des piles qui peuvent rendre des services sérieux quand on les applique aux emplois qui leur conviennent, de même il y a des auteurs qui les étudient sans donner aux lecteurs d'opinions erronées ou d'illusions décevantes.

Tel est le cas du professeur Carhart dans le travail qu'il vient de publier. Il consacre onze chapitres à l'examen des questions diverses se rapportant aux piles primaires. Mais il n'envisage le sujet qu'il traite qu'à un point de vue général, en négligeant les applications, qui sont le point scabreux, sur lequel il convient d'être réservé.

L'auteur divise les piles en deux catégories: celles à circuit ouvert et celles à circuit fermé. On ne voit pas bien, toutefois, le point exact de démarcation entre les deux genres; c'est toutefois un mode de classement qui en vaut un autre, étant donnée l'immense variété des piles existantes. Il décrit un relativement grand nombre de piles Leclanché dont la plupart sont spéciales à son pays. Il donne la description de plusieurs piles dites sèches, des piles aux sels de cuivre, d'argent, etc., ainsi que des piles étalons de Clarck, de Daniell et de diverses autres. Il consacre un chapitre à l'essai des piles et donne les courbes de rendement, de polarisation, de résistance, etc. Enfin dans ses deux derniers chapitres il s'occupe du groupement des éléments et des relations thermiques, c'est-à-dire de la chaleur développée et de la chaleur de combinaison des ions.

Ce livre, sans être volumineux, constitue un excellent traité sur la matière. Il est d'autant meilleur, à notre point de vue, qu'il laisse absolument de côté les question d'application qui sont l'écueil du sujet.

Son succès nous paraît assuré, surtout si nous considérons qu'il n'a pas encore de similaire dans la langue anglaise. Nous avons en français le *Traité de la pile électrique* de Niaudet, considéré comme le chef-d'œuvre du genre; nous aurons en anglais celui de Carhart.

Electricity and its recent Applications [L'Électricité et ses applications récentes], par Edward Trevert.

In-12, 346 pages, avec nombreuses figures (*Lynn, Mass. Bubier publishing Company*).

Nous connaissions déjà par plusieurs de ses ouvrages la manière dont M. Trevert expose les questions qui font l'objet des livres qu'il offre au public. Sa grande qualité est d'être très clair quand il n'est pas beaucoup trop concis. A notre avis, dans ce nouveau volume il

eût pu supprimer entièrement les quelques notions théoriques qu'il donne dans le premier chapitre *Electricité et magnétisme*. Il fallait être complet ou s'en tenir à la partie descriptive et pratique qui occupe les dix-neuf autres chapitres du livre.

Dans ces dix-neuf chapitres sont passées en revue et décrites sommairement, suivant la manière adoptée par l'auteur, à peu près toutes les applications actuelles de l'électricité. Quelques-uns de ces chapitres sont véritablement trop brefs. Tel est celui de la *Galvanoplastie* qui comprend trois pages et une figure. Autant valait l'omettre, car il ne donne au lecteur aucune idée du sujet qui, cependant, est très important.

Dans d'autres chapitres, l'auteur, moins succinct, a donné la manière de construire divers appareils, tels qu'un galvanomètre, un téléphone, une petite dynamo, etc.

Il résulte de ces inégalités dans l'importance donnée aux questions traitées une dissymétrie, une incohérence frappantes que rachètent cependant, dans une certaine mesure, la clarté et la simplicité du style. On peut désirer un livre plus complet, mieux étudié, mais il serait difficile d'en trouver un plus facile à lire. Nous lui souhaitons du succès et c'est évidemment cette dernière qualité qui le lui assurera.

CHRONIQUE

L'insalubrité de l'usine municipale des Halles. — A la séance du 20 octobre, le Conseil municipal a été saisi d'une proposition émanant d'un certain nombre de conseillers municipaux et tendant à l'amélioration des conditions sanitaires de l'usine des Halles. Nous avions déjà signalé l'insuffisance de ventilation dans ce sous-sol surchauffé par la vapeur s'échappant des chaudières et des machines, et voici comment s'exprime M. Chauvière, au nom d'un groupe de conseillers municipaux.

M. Chauvière. — « Un fait assez grave se présente, qui mérite l'attention du Conseil municipal.

« Depuis deux ans, l'usine d'électricité fonctionne sous les Halles avec des résultats fort différents selon que la direction a été confiée à un ingénieur spécial ou à un ingénieur ordinaire.

« Les abonnés actuels se plaignent des mauvaises conditions dans lesquelles se fait l'éclairage.

« A la *Belle-Jardinière*, il survient de brusques extinctions de lumière.

« Les causes de cet état de choses résident dans le choix de plus en plus difficile de bons ouvriers, dans le rôle purement administratif qu'on fait subir aux agents techniques, dans l'intervention de plus en plus grande des entrepreneurs étrangers à l'usine, qui coûtent une somme bien plus élevée que les misérables économies résultant de la diminution du nombre des machines, de la réduction de celui des ouvriers et du salaire des chauffeurs.

« Le recrutement des ouvriers est d'autant plus difficile qu'un nouveau règlement draconien leur est appliqué, qui les frappe d'amendes à tout propos et hors de tous propos et que la maladie frappe les employés assez osés pour se risquer à un travail de galérien.

« Le docteur Arthaud, de la policlinique de la rue Mazarine, a visité les hommes de l'usine hier : il a constaté 75 0/0 de tuberculeux, et tous sont entrés dans l'usine après une visite régulière.

« Depuis un an, on demande des ventilateurs.

« Toutes ces raisons me font demander que la 3e Commission fasse, non plus par l'Administration mais par elle-même, une enquête qui portera sur l'état de santé des ouvriers, sur la différence de situation existant entre le fonctionnement actuel et l'ancien.

« Nous lui demandons encore de convoquer d'urgence les fonctionnaires et les ouvriers de cette usine ».

Signé : Chauvière, Rouanet, Lampué, Charles Péant, Vaillant, Longuet, Opportun.

Transformation de l'éclairage électrique des phares de la Hève (Seine-Inférieure). — Dans le courant de l'année 1892, on transformera l'éclairage électrique des phares de la Hève, qui est actuellement constitué par deux feux fixes associés, de faible intensité (5 000 becs Carcel).

On éteindra le feu du phare Sud et on remplacera celui du phare Nord par un feu électrique scintillant, émettant toutes les cinq secondes des éclats blancs équidistants, précédés et suivis d'éclipses totales.

La puissance de ce nouveau feu sera environ 500 fois plus grande que celle de l'ancien. Elle dépassera, de beaucoup, celle qu'on a pu réaliser jusqu'à ce jour dans les phares électriques existants.

L'Éditeur-Gérant : Georges CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.



L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LE DISJONCTEUR-CONJONCTEUR FERY

Quand on charge une batterie d'accumulateurs, il arrive parfois que sa force électromotrice devient supérieure à celle de la dynamo; ceci se produit, soit normalement, la force électromotrice des accumulateurs variant suivant leur degré de charge, soit par une cause accidentelle, telle que ralentissement de la vitesse de la dynamo, allumage subit de lampes, etc. On peut donc craindre qu'à un moment quelconque les accumulateurs ne se déchargent et, dans le cas où la charge est effectuée par une dynamo à enroulement compound, qu'ils n'en renversent les pôles et ne se mettent en court-circuit sur elle; on évite cet accident par l'emploi d'un disjoncteur automatique qui coupe le circuit de charge avant que le point dangereux ne soit atteint. On peut aussi se proposer de fermer le circuit, dès que la tension de la dynamo est et peut rester supérieure à celle des accumulateurs et le disjoncteur-conjoncteur remplit ces deux fonctions.

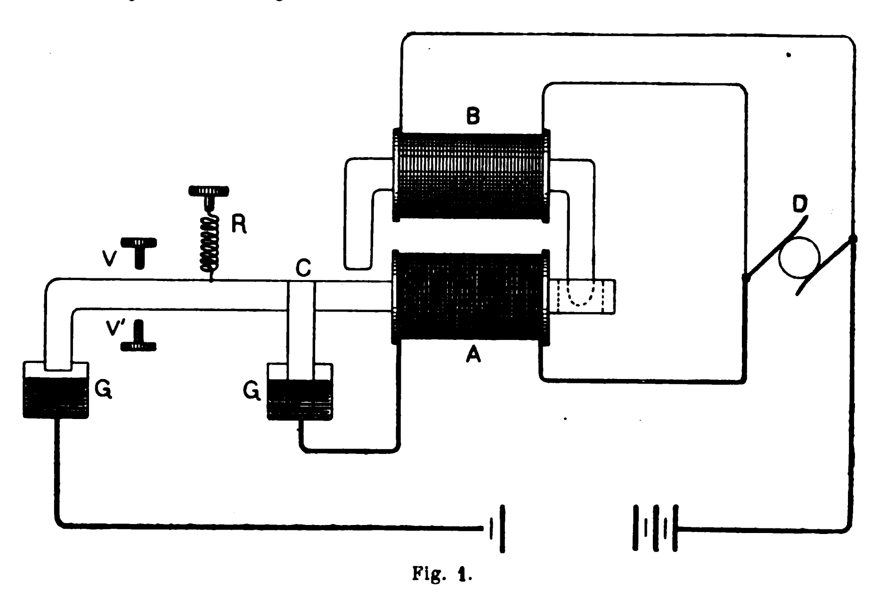


Fig. 1.

Quand le régime de la station électrique est à peu près déterminé, comme l'est celui de l'éclairage d'une ville ou d'un grand magasin, la batterie d'accumulateurs se charge à une heure fixe. L'homme, chargé de ce soin, connaît à tout moment les besoins du service et sait, par habitude, quand il doit agir sur la tension ou sur le nombre des accumulateurs; le disjoncteur pourvu d'un appel acoustique suffit parfaitement et il est indispensable, car c'est un appareil de sûreté. Nous dirons même qu'il convient d'avoir un instrument qui ne soit pas conjoncteur, car si tout fonctionne bien et si le mécanicien intervient en temps utile, la mise en jeu de l'appareil ne se produit que sous l'action d'un fait anormal, tel que défaut de surveillance ou modification de la marche mécanique ou électrique de l'usine et il est intéressant de se rendre compte de ce fait. Le conjoncteur provoquerait un relâchement de surveillance de la part du personnel qui se fierait trop à l'automaticité de son

fonctionnement. Mais lorsque le régime de l'usine n'est pas bien défini, que le moteur qui commande la dynamo a des fonctions multiples, fait par exemple fonctionner en même temps que la dynamo des machines-outils dont le travail est irrégulier, comme dans des éclairages d'usines, l'emploi du disjoncteur-conjoncteur a une haute importance, car sa mise en jeu est fréquente et on n'attache pas volontiers un homme à ce service exclusif. On peut presque dire sans exagération que cet instrument est appelé à favoriser le développement de l'emploi de l'électricité pour l'éclairage de nombreuses usines en faisant travailler le moteur d'une façon normale et continue, c'est-à-dire économique, et rendra pratique de nombreuses installations où on se servira de la machine motrice existante en profitant de ses irrégularités de travail. Dans les ateliers où la machine tend à s'emballer, dès qu'on débraye quelques machines-outils, le conjoncteur viendra égaliser la charge de la machine motrice et régulariser la vitesse de la transmission.

Le disjoncteur-conjoncteur Fery, que nous décrivons aujourd'hui, se compose (figure 1) d'une bobine A fixe, enroulée d'un gros fil traversé par le courant de charge de la batterie d'accumulateurs. A l'intérieur de cette bobine se meut, autour de l'axe C, une armature en fer dont le fléau opposé est un commutateur établissant ou rompant le courant de charge au moyen de godets de mercure G G ; l'un d'eux est toujours en contact avec le mercure. Ce levier oscille entre les vis de butée V, V' et son équilibre se règle par le ressort R. Parallèlement à la bobine A, est disposée une bobine B enroulée d'un fil fin pris en dérivation aux bornes de la dynamo ou du courant de charge ; l'armature de cette bobine est fixe, son extrémité de droite est taillée en cône et pénètre dans une échancrure disposée sur le noyau mobile de la bobine A. On établit les connexions des fils de façon que, sous l'influence de la charge, les pôles des armatures en regard soient de noms contraires.

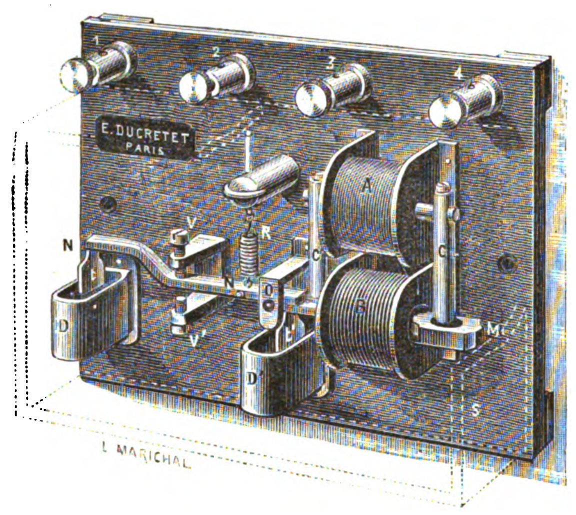


Fig. 2.

On saisit le jeu de l'instrument : quand la force électromotrice de la dynamo atteint une certaine valeur qu'on a préalablement déterminée, l'armature de la bobine A est attirée; elle produit en G le contact qui met en charge les accumulateurs. La bobine A, traversée à ce moment par le courant de charge, amplifie l'attraction. Quand la force électromotrice de la dynamo vient à diminuer, le courant de charge diminue jusqu'à s'annuler; celui de la bobine B diminue légèrement et le ressort R rappelle l'armature et la communication est interrompue. Ces phénomènes se produisent successivement suivant les variations de la dynamo.

L'extrémité conique de l'armature B est construite de façon que le déplacement angulaire de l'attraction soit proportionnel à la force électromotrice dans les limites du fonctionnement de l'appareil ou suive une autre loi quelconque. Pour établir définitivement la stabilité de l'instrument, il suffit de régler une fois pour toutes la tension du ressort R, de façon que le contact se rompe au moment ou s'annule le courant de charge, c'est-à-dire se produise sans étincelles préjudiciables à la bonne conservation des

pièces. Le ressort fût-il d'ailleurs mal réglé, les accumulateurs commenceraient à se décharger sur la dynamo, le sens du courant dans la bobine A changerait en renversant la polarité de son armature ; les pôles en regard des bobines A et B deviendraient de même nom et provoqueraient une répulsion énergique de leurs armatures, c'est-à-dire la rupture du circuit. Cette rupture se ferait, il est vrai, avec production d'étincelles, mais on voit que, même en cas de mauvais réglage, la sécurité du fonctionnement est garantie.

Il n'est pas nécessaire que l'horizontalité de l'instrument soit absolue ; son installation est simple et est susceptible, suivant les conditions locales, de subir des variantes. En enroulant, par exemple, la bobine A avec le fil des inducteurs de la dynamo, on réalise un bobinage moins onéreux et on reste dans les mêmes conditions de fonctionnement, car l'intensité du courant d'excitation est proportionnelle à la force électromotrice aux bornes. Dans le cas de courants de charge trop intenses, on peut ne faire passer dans B qu'une fraction de ce courant.

On supprime le rôle de conjoncteur de cet appareil et on le rend simplement disjoncteur en coupant le circuit de la bobine A.

La figure 2 représente la vue d'ensemble de cet appareil construit par E. Ducretet.

L. David.

LA DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

(*suite* [1])

Utilisation d'une puissance motrice hydraulique. — Le cas le plus favorable, quoique cependant assez rare, est celui où la chute se trouve au milieu du quartier à éclairer.

L'aménagement de la chute peut être plus ou moins difficile et par conséquent coûteux.

En comptant 40 000 fr. pour ce travail, y compris le bâtiment des turbines, nous nous plaçons dans un cas favorable.

Dans ces conditions, le coût d'établissement d'une station de 200 chevaux peut se calculer comme suit :

Aménagement de la chute et bâtiments.	40 000 fr.
3 turbines de 100 chevaux, dont une de rechange, avec les accessoires et les transmissions pour dynamos.	20 000 fr.
3 dynamos de 100 chevaux.	30 000 fr.
Tableau, instruments, etc.	10 000 fr.
Total pour la station. . . .	100 000 fr.

Soit 45 000 fr. de moins que le prix de premier établissement d'une station avec machines à vapeur.

Ce prix, du reste, dépend essentiellement des difficultés que présente l'aménagement du cours d'eau et peut être beaucoup plus élevé.

Les dépenses d'exploitation peuvent se calculer comme suit :

Un ingénieur électricien.	3 600 fr.
Deux mécaniciens électriciens.	5 200 fr.
10 0/0 d'amortissement et réparations sur 60 000 fr. (machines). . .	6 000 fr.
5 0/0 sur 40 000 fr. (bâtiment).	2 000 fr.
5 0/0 d'intérêt sur 100 000 fr.	5 000 fr.
Total.	21 800 fr.

On voit donc que si l'on voulait doubler la puissance de la station on pourrait, soit

[1] Voir nos 30, page 57 et 41, page 248.

ajouter pour 100 000 fr. d'accumulateurs, soit doubler l'installation mécanique; les dépenses annuelles ainsi que celles de premier établissement, restent les mêmes à peu près dans les deux cas, en admettant, bien entendu, une durée moyenne de 2 heures par lampe et par jour.

En pratique, on préfèrera, s'il y a encore de la puissance hydraulique disponible, doubler l'installation mécanique à cause du maniement simple des turbines et dynamos et surtout à cause de la possibilité d'employer cette force motrice pour faire marcher des moteurs pendant la journée. La solution au moyen des accumulateurs restera pour les cas où il y a insuffisance de force hydraulique; elle permet, comme on l'a vu, pour ainsi dire, de la doubler sans trop de dépense.

Cette solution est celle de l'avenir où il s'agira d'utiliser le plus possible les forces naturelles; en effet, les endroits où il y en a plus qu'il n'en faut sont rares et le deviendront de plus en plus à mesure qu'on les utilisera davantage.

Courant alternatif. — Les courants alternatifs n'ont un avantage que lorsqu'il faut distribuer l'énergie électrique à une distance considérable.

Cependant, dans quelques cas, on s'en est servi, même pour des districts resserrés; nous allons donc d'abord étudier le prix de revient de l'éclairage par courants alternatifs d'un district de 500 mètres de rayon avec 3 500 lampes de 10 bougies.

1°) Station centrale :

Terrains et bureaux.		33 000 fr.
3 groupes de machines de 100 chevaux comprenant chacun la chaudière, tuyauterie, machine à vapeur, etc. . .	24 000 fr.	
Une machine à courants alternatifs de 100 chevaux. .	19 000 fr.	
	43 000 fr.	129 000 fr.
Tableaux de distribution, instruments de mesure, etc.		10 000 fr.
TOTAL pour la station centrale. . . .		162 000 fr.

2°) Réseau :

Le courant à haute tension sera converti par des transformateurs en courant de 100 ou 50 volts et distribué dans les maisons.

Nous pouvons supposer que chaque transformateur distribue dans un rayon de 100 mètres autour de lui; il en faudra donc 25 pour tout le circuit d'une puissance de 6 000 watts chacun.

Avec le courant continu, nous avions admis 0,4 ampère par millim. carré; avec le courant alternatif nous pouvons aller beaucoup plus loin. Ce n'est plus, du moins, dans le cas présent, la variation de voltage, mais bien l'échauffement du fil et sa résistance mécanique qui entrent en jeu.

Je ne crois pas à cause de cela que l'on puisse en moyenne avoir une densité de courant plus grande que 1,2 à 1,6 ampère par millim. carré.

En adoptant ce dernier chiffre, nous aurons 4 820 kg de cuivre dans le réseau à haute tension et à peu près autant dans celui à basse tension, soit en tout 9 640 kg.

Admettons, comme pour le courant continu, que la pose ne coûte que 20 000 fr., ce qui suppose une canalisation aérienne. Nous obtiendrons dans ces conditions pour le réseau :

25 transformateurs de 6 000 watts à 600 fr.	24 000 fr.
9 640 kg de cuivre à 2 fr. 50.	24 100 fr.
Pose.	20 000 fr.
TOTAL. . . .	68 100 fr.

Nous arrivons donc pour le réseau au même prix qu'avec le courant continu.

Il faut cependant considérer que la pose coûtera plus cher pour le courant alternatif



pour différentes raisons; d'abord parce qu'il y a deux réseaux, le réseau à haute tension et celui à basse tension; ensuite il faudra prendre des précautions plus grandes pour l'isolement du réseau à haute tension; nous n'avons pas tenu compte de ces différences, mais, dans la pratique, elles se feraient sentir certainement. Enfin l'impossibilité d'employer des accumulateurs, et jusqu'à présent du moins de petits moteurs, plaide contre l'emploi des courants alternatifs. D'autant plus qu'ils coûtent plus cher dans le cas que nous avons considéré.

En employant des conducteurs souterrains, le poids du cuivre ne nous donne plus d'aperçu, même approché, du prix de la canalisation.

Il faut entrer dans les détails mêmes de la distribution et l'étudier dans chaque cas particulier.

En somme, les frais de première installation reviennent pour notre district de 500 mètres de rayon et 3 500 lampes avec canalisation aérienne à (sans compter le fond de roulement) $\frac{213\,200}{3\,500} = 61$ fr. pour le courant continu en dérivation simple à 110 volts et à $\frac{230\,100}{3\,500} = 66$ fr. pour le courant alternatif; comme nous l'avons dit plus haut, cette différence sera plus considérable probablement à cause des précautions plus grandes à prendre pour l'isolement des fils à haute tension du courant alternatif.

Il faut encore remarquer que le rendement de l'installation par courant alternatif est plus mauvais que celui avec courant continu, et ceci provient d'abord de ce que le rendement des machines à courant continu est meilleur jusqu'à présent que celui des machines à courants alternatifs et puis de la perte dans les transformateurs qui est relativement faible à pleine charge, mais devient très considérable avec faible charge.

Le rendement des transformateurs ordinaires du commerce dépasse 90 0/0 à pleine charge et cependant peut ne pas atteindre 50 0/0 pour une marche de 24 heures, dont 3 ou 4 en pleine charge et le reste soit à vide, soit sous une faible charge.

Nous pouvons admettre que les prix du premier établissement sont les mêmes quand le poids du cuivre par lampe avec le courant continu a atteint 10 kilogrammes.

Dans ces conditions, nous voyons facilement que le courant continu avec conducteurs en dérivation à 110 volts sera préférable toutes les fois que le rayon du district à éclairer ne dépassera pas 671 mètre.

Avec feeders on pourra aller jusqu'à 1 000 à 1 100 mètres;

Avec le système à 3 fils à 1074 mètres;

Avec le système à 3 fils et feeders à 1 650-1 800 mètres;

Avec le système à 5 fils à 2 000-2200 mètres;

Avec le système à 5 fils et feeders jusqu'à 3 300 à 3 600 mètres.

Pour des distances plus considérables, le système à courants alternatifs sera meilleur marché.

On trouvera encore avantage à l'employer même pour des distances un peu plus faibles lorsque le nombre total des lampes est peu considérable et qu'il n'y a pas de moteurs, cas qui se présente fréquemment pour les gros villages et les petites villes; le fonctionnement d'une petite station centrale à courants alternatifs est un peu plus simple que celui d'une petite station à 5 fils par exemple.

Distribution à courant continu avec sous-stations. — Lorsqu'il faut aller à plus de 3 000 mètres de la station centrale on peut employer le courant continu avec sous-stations de la façon suivante.

On produit à la station centrale du courant sous 2 000 volts par exemple et on le transforme dans les sous-stations au moyen de dynamoteurs (transformateurs à courant continu), en courant à 120 volts ou à 240 volts pour système à 3 fils, etc.

Le procédé le plus économique et le plus rationnel est dans ce cas le suivant :

Chaque sous-station est munie d'accumulateurs que l'on charge pendant la journée.

Pendant l'éclairage, les accumulateurs et les machines fonctionnent parallèlement. Ce système est employé à Londres par plusieurs sociétés.

Pour nous faire une idée du prix de cette distribution, supposons que l'on ait à éclairer 3 500 lampes dans un périmètre de 500 mètres de rayon et placé à 10 kilomètres de la station centrale.

On pourra choisir dans ces conditions deux machines génératrices de 1 500 volts en série à la station de départ, de manière à avoir une différence de potentiel totale de 3 000 volts.

Deux transformateurs à courant continu avec leurs induits primaires en série absorberont ce voltage et fourniront de l'énergie électrique à 120 volts par leurs induits secondaires qui pourront être mis en quantité.

Le prix d'une telle installation sera le suivant :

1° Deux génératrices de 1 500 volts et 30 ampères. . . .	18 000 fr.
Une génératrice de rechange	9 000
Instruments et divers.	10 000
Bâtiments, etc. . . . . pour mémoire. .	»
	37 000 fr.
2° *Ligne* 30 mm² de sect. long. = 2 × 10 = 20 kilomètres.	
Environ 6 000 kilogrammes de cuivre à 2 fr. 50.	15 000 fr.
Deux cents poteaux avec leurs isolateurs à 25 fr.	5 000
Pose. . . . . pour mémoire	»
	20 000 fr.
3° *Station d'arrivée*. Bâtiment, bureaux, etc.	20 000 fr.
Trois transformateurs à courant continu dont un de rechange.	39 000
Une batterie d'accumulateurs pouvant fournir 600 ampères sous 120 volts pendant trois heures.	43 000
Instruments divers.	10 000
	112 000 fr.

Soit en tout 169 000 francs, sans compter les machines à vapeur ou les turbines et les conducteurs de distribution allant de la station secondaire aux lampes.

Si l'on voulait faire cette installation avec le courant alternatif, les prix seraient à peu près les mêmes, ce qui provient surtout de ce fait que, n'employant pas d'accumulateurs, il faut prévoir des machines d'une puissance beaucoup plus grande ; de même pour la ligne.

A la station de départ on mettrait trois machines de 120 chevaux, une servant de rechange.	60 000 fr.
Instruments divers	10 000
	70 000 fr.
Ligne. 70 mm² de section, longueur 20 km soit environ 14 000 kg de cuivre à 2 fr. 50.	35 000
Deux cents poteaux avec leurs isolateurs.	5 000
Total pour la ligne. . . .	40 000 fr.

Transformateurs pour une puissance totale de 300 chevaux, nous sommes obligés d'en prévoir plus qu'il n'en faut, car on est obligé de les



prévoir pour une puissance plus considérable que la puissance moyenne. .	20 000 fr.
Bureaux et emplacement des transformateurs	20 000
Divers . . . . , ...	10 000
	50 000 fr.

Soit en tout 160 000 fr.

En somme, le prix d'installation des deux systèmes est à peu près le même et ce ne sont que des considérations particulières qui parleront en faveur de l'un ou de l'autre.

C'est ainsi, par exemple, que le système à courant continu a un avantage incontestable, lorsque la puissance soit en machines à vapeur, soit en turbines, est limitée à la station centrale. En effet, l'emploi des accumulateurs permet de suffire à l'éclairage des 3 500 lampes avec une puissance motrice de 120 chevaux seulement, travaillant il est vrai huit à dix heures par jour, tandis qu'avec le courant alternatif, il faut 220 à 240 chevaux qui ne travaillent que pendant l'éclairage, c'est-à-dire pendant trois ou quatre heures.

D'un autre côté, le maniement du courant alternatif est un peu plus simple et exige moins de personnel.

(*à suivre.*) W.-Cam. Rechniewski.

FONTAINES LUMINEUSES TROUVÉ

DE TABLE ET DE SALON

Les fontaines lumineuses du Champ-de-Mars ont été, sans contredit, l'une des principales attractions que l'Exposition universelle de 1889 offrait à ses visiteurs et elles ont justement excité l'admiration de tous ceux qui les ont vu fonctionner.

Pour jouir de ce superbe coup d'œil, il fallait se déplacer, affronter courageusement les ennuis de longues heures d'attente et parfois subir les bousculades de la foule. M. G. Trouvé a cherché à réaliser et est arrivé à établir un modèle très réduit de fontaine lumineuse, facile à installer et à placer sur une table de salon ou de salle à manger. Chacun peut ainsi s'offrir chez lui une réduction du spectacle si brillant qu'on admirait au Champ-de-Mars.

Dans une communication faite à l'Académie des Sciences le 12 octobre dernier, l'inventeur a donné la description de sa nouvelle fontaine lumineuse et on a pu la voir fonctionner ce même jour dans le vestibule de la salle des séances.

L'appareil dont l'ensemble est représenté par la figure 1 se compose de deux parties: 1° le réservoir d'eau avec son système de compression; 2° l'appareil d'éclairage.

Le réservoir d'eau est un vase métallique circulaire formant la base de l'appareil; il est entouré d'une galerie en bronze doré. Le fond du vase, légèrement concave et conique, est percé en son centre d'un orifice qui sert à l'introduction de l'eau et que l'on ferme soit avec un bouchon à vis, soit avec un simple bouchon de liège. Un tube de cuivre traverse le fond du réservoir et vient aboutir par son extrémité supérieure à la surface de l'eau, tandis que l'extrémité opposée est mise en communication avec une poire en caoutchouc aspirante et foulante que l'on manœuvre avec la main ou avec le pied. L'eau du réservoir, comprimée par le jeu de la poire, monte par un tube de cuivre qui traverse la partie supérieure du vase et débouche dans une cloche en verre, percée de trous verticaux par où elle s'échappe en jaillissant librement. Bien entendu, la hauteur du jet est proportionnelle à la compression. Une vasque élégante surmonte le réservoir et reçoit l'eau qui retombe. Lorsque toute l'eau que contenait l'appareil a passé dans la vasque, il

suffit de déboucher un tube de retour et l'eau rentre dans le réservoir. Il n'est donc pas indispensable pour faire fonctionner cette fontaine d'avoir une canalisation d'eau sous pression, la même eau pouvant servir indéfiniment.

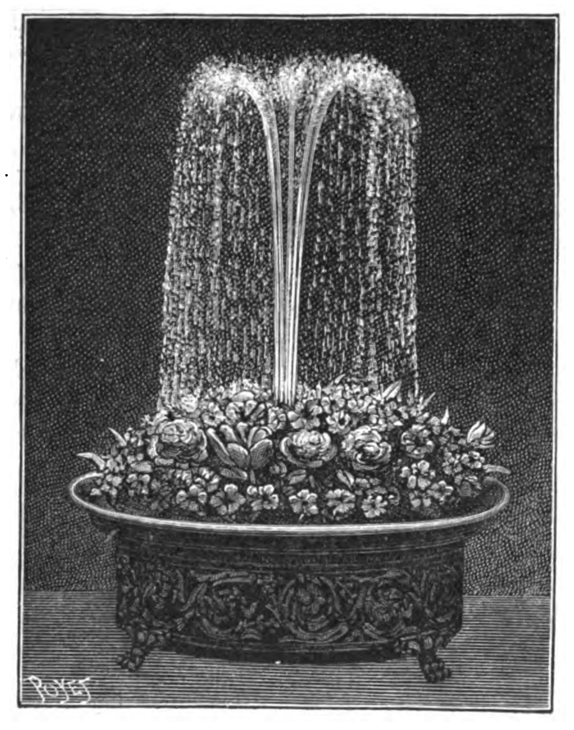


Fig. 1.

L'appareil d'éclairage comporte une lampe à incandescence dont le pouvoir éclairant est proportionné aux dimensions de la fontaine. Elle est fixée au foyer d'un réflecteur parabolique dont l'axe coïncide avec celui de la gerbe liquide directement éclairée. Un écran à rotation ou à glissement, formé de verres de couleurs variées, vient s'interposer entre la lampe et la gerbe liquide. Une solution de fluorescéine rend aussi l'expérience très brillante.

Cette fontaine n'utilise qu'en partie le principe de Colladon, car l'éclairage se fait par action directe, comme dans les appareils employés pour l'éclairage des liquides et des ferments aux laboratoires de la Sorbonne, de Banyuls et de Roscoff.

La faible quantité d'eau mise en jeu, et conséquemment le faible diamètre des veines et la réduction en perles de la gerbe retombant dans la vasque, ne permettaient pas de recourir à l'artifice des veines creuses qui

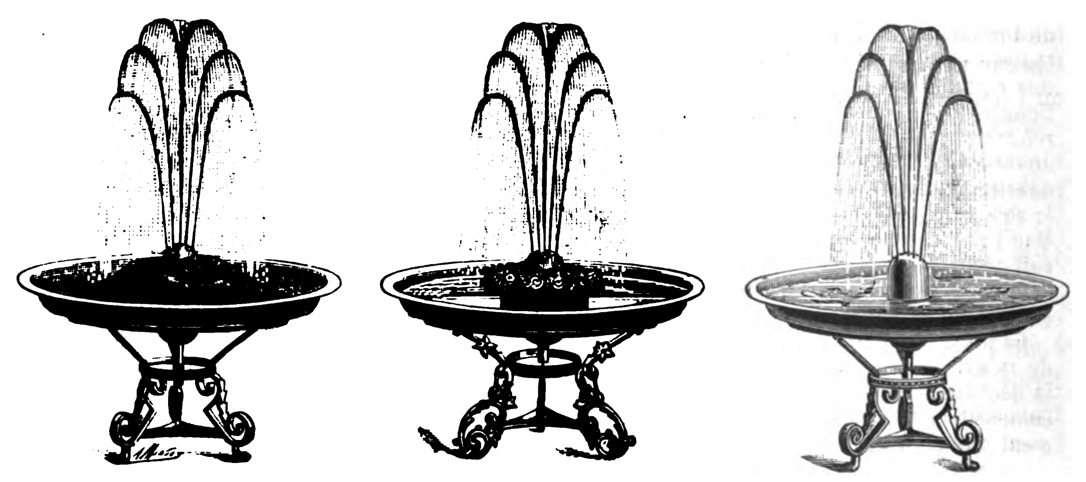


Fig 2. — Fontaines lumineuses de démonstration pour les cours.

retiennent la lumière entre leurs parois intérieures et en augmentent la portée ; le jet d'eau est, dans la fontaine Trouvé, baigné entièrement dans le faisceau lumineux et se trouve ainsi éclairé avec autant d'intensité au sommet qu'à la base. Ce resultat a été

obtenu par la suppression de tout ajutage métallique qui eut porté ombre et par l'emploi d'une cloche en verre percée d'orifices verticaux d'où jaillit l'eau comprimée.

La lampe à incandescence peut être alimentée à l'aide de petits accumulateurs aussi bien que par le courant d'une pile appropriée, ou encore par le circuit d'éclairage ordinaire si l'on est relié à une station d'électricité. Un commutateur, placé à portée de la main, permet d'allumer ou d'éteindre la lampe à volonté.

Pour les cabinets de physique, il a été construit un modèle de démonstration dont tous les organes ont été rendus visibles. La figure 2 représente trois de ces fontaines, de construction identique, mais d'aspects différents : l'une montre un rocher et la seconde une corbeille de fleurs; en enlevant ces accessoires, on peut transformer la vasque en aquarium en y mettant de petits poissons.

Pour l'ornement d'une table de salle à manger, rien n'est plus facile que d'installer deux de ces fontaines, une à chaque extrémité de la table, et de les alimenter par une petite batterie de piles ou d'accumulateurs dissimulée dans un surtout de milieu.

Comme ce modèle de fontaine lumineuse peut être construit aussi bien en grandes dimensions, on voit tout le parti que l'on peut en tirer pour la décoration des appartemenents. Il serait du reste facile de l'alimenter avec de l'eau sous pression comme celle de la ville de Paris, en ayant soin d'ajouter à l'appareil un tube d'écoulement pour le trop-plein.

J.-L. E.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Etude sur la pile secondaire de Planté au point de vue chimique

Par G.-H. Robertson

Bien que depuis la publication, en 1883, de la *Contribution à la chimie des accumulateurs* de Frankland, la pile Planté ait été soumise à toutes sortes d'essais et d'études, il règne encore une certaine incertitude sur la nature des réactions chimiques dont elle est le siège. L'auteur rend compte des expériences faites, il y a quelques années, sous l'inspiration du Dr Armstrong à la « Central Institution » et qui ont porté surtout sur le rôle joué par l'électrolyte, les observations de Mac-Leod sur l'électrolyse des solutions d'acide sulfurique permettant de croire que les modifications de l'acide ne sont probablement pas aussi simples qu'on le pense généralement.

La première partie de la communication traite de la nature des sels de plomb formés pendant la décharge. Ainsi qu'on le sait, le minium a une composition très variable et renferme généralement une petite quantité de peroxyde de plomb, de sorte qu'il pourrait être représenté par la formule $Pb_3O_4 = PbO_2\ 2PbO$. En présence de l'acide nitrique, il se comporte d'ailleurs comme un mélange des deux oxydes et le protoxyde est dissous; il n'y a pas de raison pour que l'acide sulfurique n'agisse d'une façon analogue et que son action sur le minium donne un mélange de peroxyde et de sulfate, ce dernier fourni par le protoxyde. C'est ce qu'ont établi de nombreuses expériences faites à la « Central Institution ».

Comme l'analyse ne pouvait fournir la preuve de l'existence d'un sulfate homogène et défini, on a dû essayer de mettre en lumière les différences résultant du mélange. On pouvait être assuré, par exemple, que la force électromotrice due à un oxysulfate différerait de celle due à un mélange de peroxyde et de sulfate. Des pastilles furent préparées avec du peroxyde de plomb, avec des mélanges de peroxyde et de sulfate dans la proportion de 1 pour 1 et de 1 pour 2, et enfin avec le produit obtenu en traitant le minium par l'acide sulfurique dilué (1 p. 5) et les expériences montrèrent qu'il n'y avait qu'une différence de degré entre les pastilles de minium et celles avec mélange et que la diminution de force électromotrice paraissait plutôt dépendre de l'intimité du mélange que de la proportion de sulfate. Déjà, en 1887, M. Desmond Fitzgerald avait montré dans une communication à l'« Institution of Electrical Engineers » que le simple mélange de sulfate de plomb avec le peroxyde produisait une diminution de la force électromotrice.

En ce qui concerne les observations de Frankland sur la couleur du produit formé sur la plaque peroxydée durant la décharge et sur la réductibilité de sulfate, l'auteur montre que la couleur provient d'une réduction incomplète du peroxyde par suite du sulfate qui l'enveloppe

d'une couche protectrice. L'examen attentif des plaques d'un accumulateur déchargé montre en effet que la surface riche en $PbSO^4$ est en réalité formée d'une masse granuleuse de peroxyde de plomb partiellement réduit et enveloppé de sulfate. On sait d'ailleurs que, bien que la réduction du sulfate de plomb soit très difficile, son mélange avec le peroxyde de plomb ou avec d'autres matières conductrices rend cette réduction relativement facile.

L'auteur conclut ainsi:

Ni les essais chimiques, ni les essais électriques ne donnent de motif d'admettre la formation d'un sulfate autre que le sulfate blanc ordinaire $PbSO^4$.

Les brusques abaissements de la force électromotrice sont dus à des changements de nature des composés chimiques formés sur les plaques; il est très difficile d'expliquer la très rapide réapparition de force électromotrice constatée sur un accumulateur déchargé en apparence.

L'auteur s'occupe ensuite de l'électrolyte; après avoir passé en revue les travaux de Berthelot, Richarz, Schöne, Traube, etc., sur l'électrolyse des solutions d'acide sulfurique, il décrit les expériences établies en vue d'apprécier l'influence du sulfate de soude. M. Barbey Starkey a indiqué que la différence d'allure des éléments contenant du sulfate de soude est due à l'action catalytique de ce sel sur le bioxyde d'hydrogène que l'on trouve toujours dans l'électrolyse de l'acide et qui est problablement dû à une action secondaire de l'acide persulfurique.

M. Preece se prêta obligeamment aux recherches et au « General Post Office » des accumulateurs furent placés en expérience moitié avec l'acide dilué ordinaire et moitié avec addition de 1 0/0 de sulfate de soude. Il fut constaté que la sulfatation était beaucoup moins considérable pour la deuxième série d'appareils, mais que le caractère général des changements de température et de densité pendant la charge et la décharge était pour les deux séries celui indiqué par le professeur Ayrton et autres, avec toutefois une distribution très irrégulière de la température et de la densité. On constata enfin que l'adjonction de 1 0/0 environ de sulfate de soude produisait toujours une diminution de la quantité totale d' « oxygène actif ».

Des expériences furent faites sur l'accroissement de la quantité des « peroxydes » pendant cinq charges et décharges; les résultats ont été fournis seulement pour les premières décharges, les autres étant de simples répétitions du même phénomène. Il y a d'abord augmentation des peroxydes, puis diminution et enfin nouvelle augmentation. Le changement final est dû surtout aux actions qui se produisent; sur la plaque de plomb de l'élément ordinaire ou sur la plaque peroxydée il y a augmentation continue; avec l'électrolyte additionnée de sulfate de soude il y a d'abord une diminution sur les deux plaques, puis un accroissement.

La présence du bioxyde d'hydrogène étant établie, on chercha à se rendre compte de son action sur la force électromotrice. On reconnut que son addition dans l'acide, au cas d'un couple de peroxyde placé dans l'acide dilué, annule ou renverse la force électromotrice, tandis que l'introduction de ce même bioxyde d'hydrogène dans le corps d'une pâte de peroxyde produit une augmentation de force électromotrice dans le cas d'un couple platine-peroxyde de plomb.

La cause de la couleur rose de l'acide, indiquée par M. Crompton et autres, fut également recherchée et serait due à la présence d'acide permanganique provenant du manganèse que renferme le plomb du commerce.

Comme conclusion, l'auteur indique:

Que les « peroxydes » sont trouvés en quantités appréciables dans l'électrolyte pendant la charge et la décharge; que leur influence ne saurait être négligée dans l'étude de l'élément Planté;

Et qu'enfin c'est plutôt sur l'électrolyte que sur les plaques que doivent se porter les recherches si l'on veut obtenir des améliorations sérieuses. L. F.

(*Royal Society, séance du 11 juin 1891.*)

Discussion des réactions chimiques de l'élément Planté

Par H.-E. Armstrong et G.-H. Robertson

Les auteurs de la note arrivent aux conclusions suivantes:

1° Le refroidissement observé dans l'élément Planté ne peut être expliqué que comme conséquence de la dissociation de l'acide sulfurique dilué; comme les valeurs données par MM. Ayrton, Lamb, Smith et Woods concordent pratiquement avec celles calculées en partant de l'hypothèse que l'acide employé est l'acide sulfurique même H_2SO_4, il y a toutes probabilités que ce soit cet acide qui agisse et non l'acide sulfurique dilué contenu dans l'élément;

2° La perte de rendement observée ne peut être due aux changements de température;

3° Il est difficile d'arriver à une conclusion sur la nature exacte des changements qui se produisent dans l'élément, par simple comparaison des valeurs calculées et de celles observées de la force électromotrice. Si l'on part de l'hypothèse que la sulfatation se produit sur les deux plaques en circuit et sous l'influence de H_2SO_4, la valeur calculée est beaucoup trop forte; si, au contraire, on n'admet la sulfatation que sur la plaque de plomb, cette même valeur calculée se trouve beaucoup trop faible;

4° Comme les peroxydes sont toujours présents dans l'électrolyte, on peut concevoir qu'il existe

une force électromotrice de sens contraire, ce qui pourrait expliquer ces écarts. Mais il faut aussi tenir compte de l'influence possible du support de plomb;

5° La perte de rendement observée doit être attribuée à la formation de peroxydes dans l'électrolyte et à la sulfatation excessive se produisant surtout à la plaque peroxydée dans le circuit local qui existe entre le support et la matière active.

L. F.

(*Royal Society, séance du 11 juin 1891.*)

Sur quelques modifications possibles dans les méthodes de protection des édifices contre la foudre.

Par N.-D.-C. Hodges

Ce n'est pas sans hésitation que je me suis décidé à venir exposer devant vous mes idées au sujet des modifications possibles des méthodes de protection des édifices contre la foudre, et il a fallu les bienveillantes instances de votre honorable collègue M. T.-C. Martin pour m'y décider.

Je prendrai position dès le début; j'ai toujours été parmi les sceptiques à l'égard de l'efficacité des paratonnerres tels qu'ils sont en usage actuellement sur nos maisons. Jamais je n'ai pu comprendre pourquoi, si le paratonnerre actuel à tige est utile, la foudre s'en allait chercher au diable une mauvaise communication avec la terre. Avec les idées qui ont présidé jusqu'ici à l'établissement des paratonnerres, ces engins de préservation ont à jouer le rôle de conduite offrant à l'électricité un passage facile et sans danger. Une certaine quantité de l'électricité dont sont chargés les nuages devant gagner la terre d'une façon quelconque, il est logique de présenter à ce flux un chemin facile de manière à éviter les accidents, les catastrophes même, qui se produisent dès que la foudre rencontre un obstacle; on cherche en résumé à canaliser la foudre. Aussi dans cet ordre d'idée les dispositions actuelles : pointes placées à hauteur convenable pour soutirer l'électricité des nuages et reliées à la terre par un conducteur en cuivre à forte section avec, au pied, des branches nombreuses et étendues assurant la dispersion de la charge à mesure qu'elle est fournie par la tige; ces dispositions, dis-je, doivent donner des garanties complètes de sécurité.

Oliver J. Lodge a fort bien exprimé les sentiments qu'éveille toujours dans mon esprit la lecture des descriptions détaillées des effets de la foudre. Lorsque, en dépit de toutes les précautions, des accidents se produisent, que par exemple des éclairs jaillissent des conducteurs les mieux construits à des pièces de canon, à des cordes de cloches, à des clôtures en fil de fer, à des baquets à eau pluviale, il est de coutume de condamner le propriétaire ou celui qui a fait l'installation, souvent les deux, et de déclarer que les accidents ne se seraient pas produits si telle ou telle chose avait été faite, si par exemple on s'était servi d'isolateurs en verre, si la tige n'avait pas été placée trop près des murs, si cette tige n'avait pas présenté d'inflexions ou si on s'était servi de cuivre au lieu de fer, si la pointe avait été plus allongée, si la plaque de communications avec la terre avait été enterrée plus profondément, si le conducteur avait été vérifié à une date moins éloignée, si le mur auquel il est fixé avait été tenu humide, etc. etc. Chacune de ces excuses a été mise en avant; naturellement celle la plus difficile à contrôler étant la communication à la terre, c'est celle-là qui est employée le plus fréquemment et qui endosse la responsabilité des accidents qu'on ne peut pas expliquer autrement.

Je vous avouerai que, jusqu'il y a deux ans environ, tout ce qui concerne les paratonnerres était resté fort obscur pour moi. Je ne pouvais admettre les raisonnements mis en avant à la conférence des paratonnerres et ayant cours dans nos livres; il ne me semblait pas que les arguments destinés à les justifier fussent logiques et il m'apparaisait que quelque chose nous échappait dans cette question. Il y a deux ans, l'un des réservoirs à huile établis à Bayonne le long du chemin de fer du « New-Jersey Central » fut détruit par la foudre. Comme je passais chaque jour devant ces réservoirs, mon attention fut portée sur l'action de la foudre et sur les moyens à employer pour en protéger nos édifices; un beau soir, prenant un petit livre de Sylvanus-P. Thompson, je crois, je me mis à relire la théorie usuelle de la formation de hauts potentiels qui donnent lieu aux décharges de la foudre.

Cette théorie peut se résumer simplement ainsi : Il existe dans les nuages une certaine quantité d'électricité répartie sur une masse donnée de vapeurs extrêmement fines et dont le potentiel dépend précisément de la capacité de cette matière très divisée. Ces particules chargées d'électricité viennent-elles à se réunir pour former une goutte de pluie? Aussitôt, la théorie l'établit, il y a diminution de capacité et par suite augmentation du potentiel de la charge. Il me sembla dès lors que, si cette théorie avait quelque fondement, il était possible de provoquer le phénomène inverse à la surface de la terre, c'est-à-dire de recevoir la décharge sur quelque large surface sur laquelle régnerait une couche de fines particules de vapeur, ayant une capacité électrique très considérable, de sorte que le potentiel de la décharge se trouvât réduit et les effets de la foudre atténués. Tel fut le point de départ de mes recherches et je cherchai dans les relations sur les coups de foudre si je ne trouverais

pas quelques faits de nature à appuyer mon hypothèse.

Le premier livre que je consultai fut celui de sir William Thomson : *Notes sur l'électricité et le magnétisme*, dans lequel je trouvai une description complète d'un cas de foudre dans une ferme de l'Écosse. J'examinai ensuite quantité d'autres cas, dont le plus ancien était celui d'un navire grec qui s'était vu dépouiller de son doublage métallique. Ce cas mérite d'ailleurs mention spéciale parce qu'il donne un exemple frappant de revêtement métallique enlevé sans que le bois sur lequel il était appliqué ait aucunement souffert. La disparition du métal est-elle due à sa volatisation ou à une action mécanique produite à froid? La question, vous le savez, a donné lieu à des discusions; en ce qui me concerne, je n'ai rien à dire à cet égard.

Pourtant mes recherches ne m'apportaient pas la confirmation que je cherchais. Je retrouvais bien partout cette disparition de surfaces métalliques mais aussi, concurremment avec elle, des dégâts dans les édifices. Ce ne fut qu'après lecture de nombreuses relations que se forma peu à peu, dans mon esprit, cette conviction que jamais aucun dégât ne se produisait dans un bâtiment au même niveau que le conducteur disparu, ce qui m'amena à formuler cette règle que je crois exacte : un conducteur susceptible d'être facilement détruit par la foudre protège le bâtiment auquel il est attaché, pour la partie située entre deux plans horizontaux passant respectivement par les extrémités supérieures et inférieures de ce conducteur.

Bien entendu, je ne suis pas arrivé à cette conclusion sans de nombreuses recherches et sans m'être engagé maintes fois dans des voies infructueuses. Mais aujourd'hui je crois pouvoir affirmer qu'un conducteur, tel que celui que j'ai là — un conducteur formé d'un ruban de cuivre mince tel que 75 pieds de ce ruban ne pèsent qu'une livre (50 m environ pour 1 kilogramme) et établi en sections de 2 pieds (0,61 m) de largeur, clouées sur l'édifice du sommet à la base, avec joints de faible conductibilité par l'insertion de couvre-joints isolants — ce conducteur suffirait à garantir l'édifice des effets désastreux de la foudre. Il serait détruit par la décharge sans que le mur sur lequel il est appliqué eût le moindre dommage et sans qu'aucun dégât fût à craindre aussi loin que s'étendrait ce conducteur dans le sens vertical. Il n'est pas nécessaire que le chemin suivi pour gagner le sol soit le plus court, pas besoin non plus d'une bonne communication avec la terre; je ne fais aucune différence entre les deux extrémités du ruban métallique, et, de même que vous ne songeriez pas à relier l'extrémité supérieure à un diélectrique, je ne vois pas pourquoi on chercherait à établir une bonne communication avec le sol. Dans aucun cas, l'influence préservatrice des conducteurs n'a dépendu de leur connexion avec la terre. Naturellement, ils ne doivent pas être recouverts. Libre, la poudre brûle sans explosion mais faites-là brûler dans un espace restreint, il se produira une violente déflagration. Il y a quelque analogie entre le conducteur que je préconise et cette propriété de la poudre.

Je ne voudrais d'ailleurs pas faire courir mon ruban dans un sens, vers le bas par exemple, et le retrouver ensuite vers le haut, car en ce faisant, je m'exposerais à créer une zone dangereuse là où s'effectuerait le changement de direction.

Sans doute des perfectionnements peuvent être suggérés, mais le point de départ doit être ce fait que j'avance, que tout conducteur susceptible d'être détruit par la foudre a une action protectrice. Il n'est pas sans intérêt de chercher à expliquer cette action. Vous comprendrez facilement que si à cet égard je puis présenter certaines explications qui me paraissent plausibles, il n'est pas dans la nature des choses de se prêter à une explication absolument rigoureuse.

La destruction de tout ou de partie d'un édifice exige une dépense d'énergie. Immédiatement avant la production de la décharge, l'énergie capable de produire la catastrophe que nous voulons prévenir existe surtout dans la colonne d'air qui s'étend du nuage chargé à la terre et elle apparaît à nos yeux sous la forme de ce que nous appelons l'électricité. Nous n'avons pas à nous préoccuper de ce qu'est cette énergie que nous pouvons appeler énergie électrique, il nous suffit de savoir qu'elle existe et, à cet égard, il n'y a aucun doute, car elle se manifeste elle-même par la destruction du bâtiment.

Le problème qui se pose consiste donc à transformer cette énergie de manière à la rendre inoffensive pour les édifices et pour la vie humaine. Quand on eut recours aux paratonnerre à tige, les notions sur l'énergie et ses transformations étaient des plus rudimentaires; vers le milieu du siècle dernier, les savants n'avaient pas encore reconnu que les différentes formes d'énergie, chaleur, électricité, force mécanique, etc., pouvaient être transformées de l'une à l'autre et que dans ces transformations le montant total d'énergie ne subissait aucune variation. La doctrine de la corrélation des forces physiques et de la conservation de l'énergie ne fut présentée clairement qu'à la fin de ce siècle. Pourtant certains faits étaient connus à l'égard de l'électricité depuis 140 ans et, parmi ceux-ci, le pouvoir attractif des pointes et la conductibilité des métaux. Les paratonnerres à tige furent donc imaginés avec l'idée que l'électricité, existant dans la décharge de la foudre, serait évacuée par ces paratonnerres et que, par suite, le bâtiment protégé serait garanti. Depuis cette époque jusqu'à nos jours, les paratonnerres établis de la sorte, d'après

le principe de Franklin, n'ont pas fourni une protection satisfaisante. La raison en doit vraisemblablement être recherchée dans ce fait que l'énergie électrique existant avant la décharge dans l'atmosphère ou, plus exactement, dans la colonne de diélectrique du nuage à la terre, atteint sa valeur maximum à la surface des conducteurs qui se trouve dans cette colonne, de sorte que la plus grande dépense d'énergie s'effectue à la surface des tiges même destinées à protéger et qu'il en résulte des accidents, ainsi que l'expérience l'a malheureusement prouvé maintes fois. L'existence d'une masse de métal comme celle d'un paratonnerre ne tend rien moins qu'à provoquer une dissipation désastreuse de l'énergie électrique, « à attirer le tonnerre », comme on dit communément.

Débarrassons donc notre esprit de toute idée de conductibilité électrique et envisageons nettement le fait que, pour obtenir une protection contre la foudre, il nous faut trouver un moyen de dissiper sans dégâts l'énergie électrique. Reste à se rendre compte pourquoi l'énergie suffisante pour détruire une livre de cuivre en feuille n'aura pas d'effet fâcheux sur les corps voisins. La question se pose tout d'abord de savoir quelle est la quantité d'énergie disponible. La quantité d'énergie emmagasinée dans chaque centimètre cube de la colonne de diélectrique s'étendant du nuage au sol a pour expression $\frac{1}{8\pi} KE^2$, K étant la capacité inductive spécifique du diélectrique et E l'intensité électromotrice, tous deux exprimés en unités électrostatiques. Cette expression est donnée à la page 156 du volume I (2e édition) du *Traité d'électricité et de magnétisme* de Maxwell. En substituant les valeurs numériques et en réduisant, nous trouvons que le montant d'énergie est très approximativement de 1 foot-pound, pour chaque pied cubique (488 kilogrammètres par décimètre cube), cette valeur étant une valeur maximum.

Quand cette valeur est atteinte, la décharge se produit et le montant d'énergie par pied cubique dans la colonne diélectrique cesse d'être uniforme; la valeur maximum n'est plus atteinte que le long d'un noyau central et diminue graduellement pour arriver à être nulle à une distance considérable. Si nous considérons que la dissipation de cette énergie électrique se produit à travers toute la longueur de la colonne diélectrique, du nuage au sol, nous verrons que la seule énergie dont nous ayons à tenir compte, pour notre tige de paratonnerre, est celle existant dans la partie de la colonne comprise entre deux surfaces passant respectivement par le sommet et la base de notre maison. J'ai dit deux surfaces, car elles ne sont sans doute pas planes; ce sont probablement deux surfaces équipotentielles.

J'arrive maintenant à un point sur lequel je voudrais faire pleine lumière. D'après les théories généralement admises de l'action électrique, l'énergie est graduellement accumulée dans la colonne de diélectrique entre le sol et les nuages et s'y répartit de manière à avoir sa valeur maximum le long d'un noyau central; mais quand elle dépasse sa valeur maximum il y a déflagration, ce que nous appelons la foudre, et l'énergie électrique disparaît ou plutôt prend une autre forme. Vous pouvez dire que l'électricité voyage du nuage vers la terre ou, au contraire, va de la terre au nuage; en réalité il n'y a pas d'action électrique verticale. Je me demande si l'énergie ne se propage pas plutôt le long des lignes équipotentielles, c'est-à-dire en général horizontalement, au moins pour la partie près du noyau central où elle se manifeste sous forme de chaleur et de lumière dans l'étincelle électrique, ce qui permettrait d'expliquer pourquoi, ainsi que je l'ai dit, un conducteur susceptible d'être dissipé protège le bâtiment entre deux plans passant par ses extrémités supérieure et inférieure.

La décharge électrique ne serait-elle pas un nouvel exemple de la relation entre la lumière et l'électricité? Supposons à la place du noyau central où l'énergie électrique est dissipée un corps chaud ou lumineux; ce corps émettra constamment de l'énergie dans toutes les directions sous forme de rayons calorifiques ou lumineux et, à chaque instant, chacun des pieds cubes de l'espace environnant emmagasinera une certaine quantité de ces radiations. Que l'émission vienne à être arrêtée à un moment quelconque, est-ce que la situation ne sera pas similaire à celle existant avant la production de la décharge électrique? Une certaine force est nécessaire le long du noyau central pour contrebalancer les divers efforts qui agissent sur ce noyau et, si cette force centrale vient à disparaître, comme cela se produit quand le diélectrique éclate et que l'éclair jaillit, ces divers efforts ne sont plus compensés et il se produit une transmission vibratoire de l'énergie sur le noyau central.

Je n'insiste pas sur ces considérations, le point sur lequel j'ai voulu appeler votre attention c'est que, en donnant à détruire à l'énergie électrique un conducteur de petites dimensions, on peut atténuer les effets de la foudre. J'ajouterai que jusqu'ici je n'ai pas rencontré de cas de coup de foudre où un conducteur de ce genre ait failli à son rôle protecteur dans les conditions déjà décrites.

L. F.

(*American Institute of Electrical Engineers, séance du* 21 *avril* 1891.)

Machine à recouvrir les fils et câbles électriques

La machine dont nous donnons les dessins ci-dessous est construite par MM. Royle et Sons

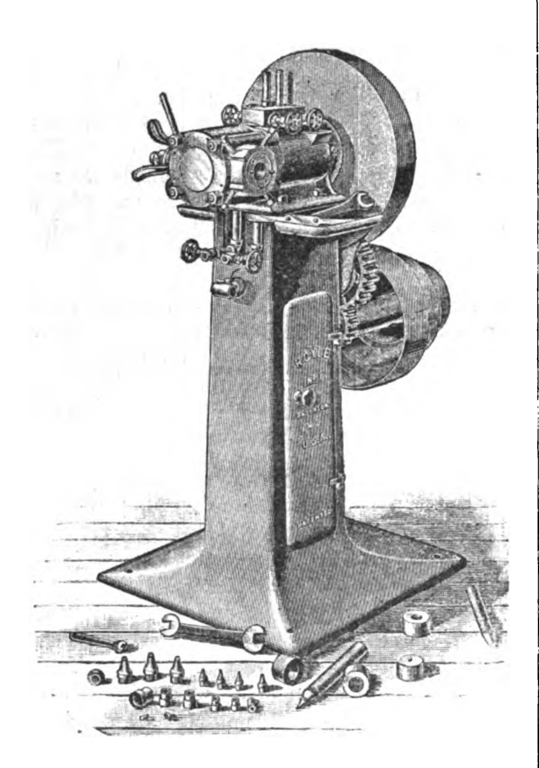


Fig. 1.

à Paterson (N. J.); elle sert à recouvrir les fils et câbles électriques de leur couche isolante de gutta-percha ou autre matière plastique.

La matière plastique isolante tombe dans la machine par une petite trémie triangulaire qu'on voit sur le côté du cylindre (fig. 1); une fois entrée dans le cylindre, elle est poussée par une hélice jusque dans une chambre à l'intérieur de de la tête H. La poussée des nouvelles portions de matières amenées par l'hélice la chasse dans la filière D, où elle rencontre le fil ou le câble à habiller, et sur la surface duquel elle s'étend en épaisseur réglée par le diamètre de la filière.

L'intérieur du cylindre où la matière plastique chemine est garni d'une doublure en acier. L'hélice fait corps avec l'arbre de la machine, lequel est commandé par engrenage, pignon et cône à trois vitesses; elle est filetée au tour, dans l'arbre qui a été forgé massif. La figure 2 montre dans tous leurs détails les procédés de construction employés pour retenir l'arbre en place dans le sens longitudinal. Pour des raisons qu'on verra plus loin, l'engrenage tourne sur un canon venu avec le cylindre et non sur l'arbre même. Celui-ci reçoit le mouvement par le plateau d'embrayage, calé sur son extrémité.

Dans la construction de la tête du cylindre, on a pourvu aux moyens de changer facilement de filière, de centrer le fil ou le câble et de régler dans le sens longitudinal la position du guide D_2.

Pour le premier de ces points, la filière D consiste en une bague en acier pourvue à l'extérieur d'un épaulement; une douille ou porte-filière cylindrique s'emboîte par dessus, et les deux pièces sont maintenues en place par l'écrou percé K. Les changements de filières peuvent donc se faire en un instant : le temps de dévisser et de revisser l'écrou K. On peut centrer les filières exactement (par rapport au guide D_2) au moyen de quatre vis de réglage qu'on voit sur la figure 1, mais non sur la figure 2.

Les guides D_2 sont en acier; il en est fourni un jeu avec la machine, de même qu'un jeu de filières. Le guide est vissé au bout du porte-guide tubulaire B, dont la position longitudinale se règle au moyen de l'écrou *k*, qui, lorsqu'on le tourne, fait avancer avec lui le manchon *l*, solidaire du porte-guide.

Le centrage du porte-guide est garanti contre la pression latérale de la matière plastique par les bagues coniques *ff*, qu'on serre en donnant un tour à l'écrou *g*, après avoir réglé la position longitudinale. Les guides se changent aussi facilement que les filières; il suffit de desserrer les bagues *ff* et de défaire le boulon qui rend le manchon *l* solidaire du porte-guide.

Toutes ces opérations peuvent être faites en marche.

La tête peut être placée avec le porte-guide horizontale ou verticale à volonté; il suffit de la changer de place sur les quatre boulons par lesquels elle est fixée au cylindre.

Dans la construction du cylindre et de la tête, on a pourvu au moyen de maintenir le composé isolant au degré de plasticité convenable pendant qu'il chemine à travers ces pièces. Ce moyen consiste en une circulation de vapeur et d'eau froide réglable à volonté. L'eau froide entre par un orifice W et la vapeur par un orifice S dans une boîte rectangulaire coulée avec le cylindre, qu'on voit en perspective sur la figure 1 et en plan au dessus de la figure 2. L'afflux de l'eau et celui de la vapeur sont réglés par des soupapes à boules portant sur les surfaces *ii*; les volants de manœuvre de ces soupapes sont visibles sur la figure 1. La vapeur et l'eau se rendent par le passage *m* (fig. 2) dans des circuits circulaires *ee* concentriques à la doublure intérieure du cylindre, et, d'autre part, par le passage *b*, dans des canaux ménagés dans la tête et autour de la filière.

L'intérieur de la tête peut facilement se nettoyer; il suffit de l'enlever en dévissant les

écrous des quatre boulons qui la retiennent au cylindre. Il en est de même de l'intérieur du

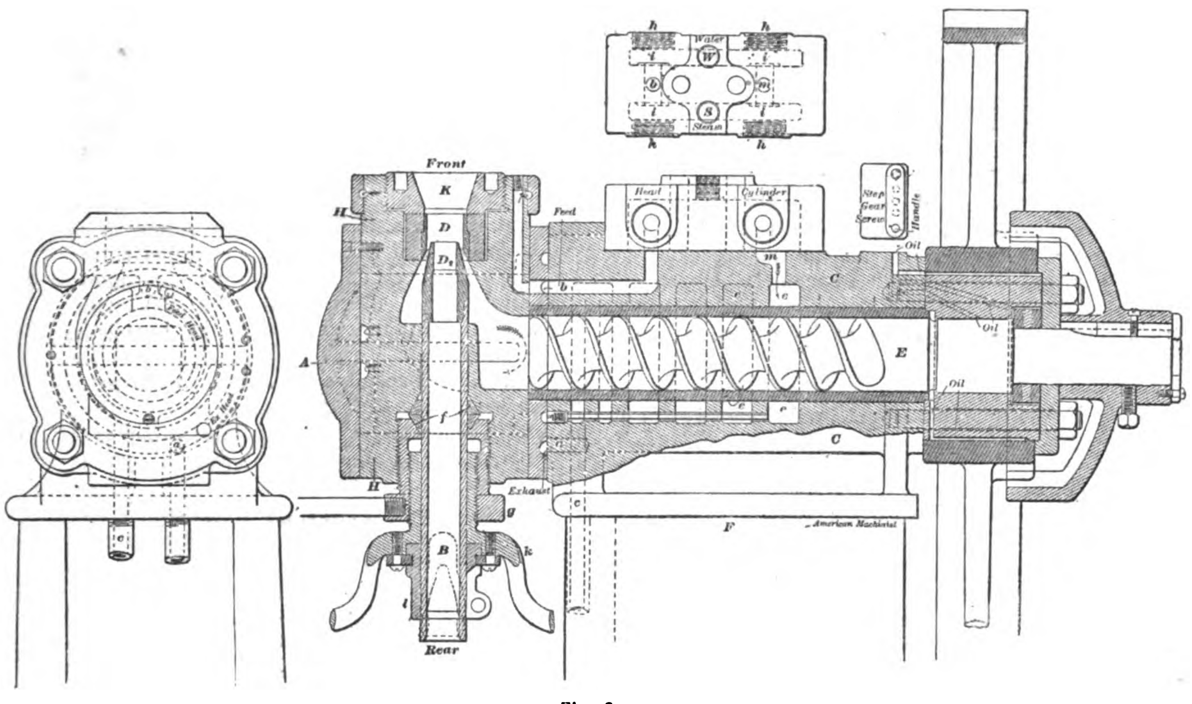


Fig. 2.

cylindre et de l'hélice, car cette dernière peut être retirée facilement avec l'arbre dont elle est le prolongement, sans toucher à l'engrenage.

La machine pèse environ 450 kg et occupe 0,85 × 0,60 mm de place. La plus grande des filières s'y adaptant est de 0,026 m de diamètre.

J.

(*American Machinist.*)

CHRONIQUE

Le système métrique à l'étranger. — Nous voyons peu à peu les savants de tous les pays ainsi que les industriels et les commerçants faire usage de notre système métrique.

Une nouvelle preuve de l'utilité pratique de ce système nous est donnée par une information du « Scientific American » d'après laquelle, plusieurs consuls anglais ont récemment averti leurs compatriotes qu'ils perdaient beaucoup d'occasions de traiter des affaires par suite de leur persistance à se servir des mesures anglaises dans leurs circulaires et prix courants. Ces consuls auraient déclaré qu'en agissant ainsi, les manufacturiers anglais font le jeu de leurs concurrents français, allemands et autres qui se servent du système métrique et non de mesures qui pour beaucoup de négociants étrangers sont de véritables hiéroglyphes.

Notre confrère de New-York ajoute aussi que le même reproche pourrait être adressé à ses compatriotes et insiste pour qu'ils adoptent enfin le système métrique dont l'emploi est d'ailleurs autorisé par les lois. Il propose, à l'effet de forcer la main aux négociants, d'appliquer une taxe à tous les contrats et factures spécifiant des poids et mesures autres que celles du système métrique.

Programme de la Société des Arts de Londres pour l'hiver 1891-1892. — Nous relevons dans ce programme les titres des conférences ci-après qui intéressent tout particulièrement les électriciens :

Les accumulateurs, par G. H. Robertson (2 décembre 1891).

L'Exposition de Chicago en 1893, par James Dredge (9 décembre 1891);

Progrès accomplis dans les systèmes de distribution de l'électricité, par le Profr. G. Forbes (4 lectures, qui auront lieu les 25 janvier, 1er, 8 et 15 fevrier 1892);

Les progrès de la transmission de l'énergie par stations centrales, par le Profr. W. Cawthorne Unwin (6 lectures, qui auront lieu les 5, 12, 19 et 26 février et 4 et 11 Mars 1892).

L'éctricité dans les mines. — On vient d'installer aux mines de la Société Hill's Plymouts, Nouvelle-Galles, une machine Crompton, mue par l'électricité, destinée au halage dans les galeries. Cette machine a permis la suppression de 27 chevaux et de plusieurs ouvriers; de plus, la production a été augmentée de cent tonnes par jour.

Nouvelle démonstration de la loi de Joule. — Une démonstration expérimentale de la loi de Joule vient d'être faite par le professeur Robert Spice, de Brooklyn. La méthode employée consiste à envoyer un courant à travers une résistance connue immergée dans une quantité connue de liquide; on immerge ensuite dans le même liquide une série de soudures d'une petite pile thermo-électrique reliée à un galvanomètre. L'autre série de soudures est immergée dans un autre vase contenant un volume connu du même liquide, dans lequel est une autre résistance connue. Si les deux quantités de liquide sont chauffées par le courant au même degré, le galvanomètre doit rester à zéro, mais il doit en être autrement si l'échauffement diffère. Les résultats des expériences montrent que l'élévation de température des liquides est proportionnelle à l'énergie électrique dépensée.

Le procédé de blanchiment Hermite. — Une grande usine est en ce moment en cours de construction à Besançon. On la dispose d'après les principes les plus modernes et elle renfermera une installation complète de blanchiment par le procédé électrolytique Hermite. Comme on le sait, ce procédé est particulièrement convenable pour la pâte à papier.

L'électricité agent d'adultération. — Le *Chemiker Zeitung* rapporte une discussion qui eut lieu le mois dernier, à la réunion de la Société bavaroise de chimie appliquée, sur la présence du cuivre dans les conserves de légumes. Un des orateurs, M Kochler, de Berlin, a fait connaître que dans une visite qu'il a faite à l'Exposition de Strasbourg, son attention fut attirée par la remarquablement belle couleur verte de fèves conservées. En s'informant du procédé employé pour obtenir ce résultat, qu'on lui dit d'abort être un secret, il finit par apprendre que pendant l'ébullition du produit dans un vase de cuivre, on faisait passer un courant à travers le contenu du vase, celui-ci agissant comme anode, et que de cette manière une grande quantité de cuivre passait dans la solution et donnait aux fèves la belle teinte verte qu'il admirait.

Possibilité de stériliser par l'électricité les eaux d'alimentation des villes. — Les études faites depuis un ou deux ans sur l'action de l'électricité sur les formes inférieures de la vie ont fait penser à la possibilité d'employer ce puissant agent à la stérilisation, donc à la purification de l'eau. Si l'électricité peut détruire les bactéries dans certaines conditions, pourquoi, s'est-on demandé, n'essaierait-on pas d'en opérer la destruction en grand dans les eaux potables des villes?

M. R. Meade Bache, de l' « American Philosophical Society », est de ceux qui croient à cette possibilité. Sa conviction s'est établie tant par ses propres expériences qu'en suivant les recherches faites par d'autres.

On admet généralement que l'eau potable est le véhicule par lequel plusieurs des germes pathogènes les plus dangereux s'introduisent en nous. Réussir à stériliser les eaux qui subviennent au premier de tous nos besoins serait donc rendre un service immense à la santé publique.

L'application de l'électricité à cet objet rencontre de nombreuses et grandes difficultés.

On ne peut électrolyser avec succès un vaste réservoir d'eau, car la diffusion de l'énergie électrique y serait trop grande pour qu'elle pût agir. D'autre part, dans les tuyaux de conduite ou de distribution, les germes présents ne subiraient l'action du courant qu'un instant. Enfin, la résistance opposée au courant par l'eau est très grande.

Mais, en revanche, nous disposons aujourd'hui de courants dont la tension peut être augmentée presque sans limite. Quelques milliers de volts dirigés à travers un tuyau de dimensions convenables paralyserait probablement chaque bactérie sur leur passage, dit M. Bache; la violence de l'attaque compenserait la brièveté de sa durée, et au delà.

Discutant le sujet devant l' « American Philosophical Society », M. Bache a donné un compte rendu de ses propres recherches qui le conduisent à conclure à la possibilité de purifier les eaux dans les conduites par l'électricité.

La question, si les germes pathogènes peuvent être détruits dans l'estomac, n'est pas encore tranchée, ni par conséquent cette autre, si l'eau potable est ou n'est pas la cause de maladies. On compte des savants éminents dans les deux camps. Mais, quoi qu'il en soit, la grande majorité du public pense que l'eau potable est l'un des facteurs les plus importants des causes de plusieurs maladies zymotiques. L'électricité semble tout au moins indiquer une voie par laquelle le

mal pourrait être mitigé, sinon absolument enrayé.

Que l'application de l'électricité à la stérilisation de l'eau, c'est-à-dire à la destruction totale de ses germes nocifs, doive rencontrer des difficultés considérables, nul ne le niera. Néanmoins, en présence de la grandeur des intérêts en jeu, il faut que quelque essai soit entrepris pour se rendre compte si la chose est possible. Tout au moins, il est du devoir de tous les hommes compétents d'étudier la possibilité pratique de quelque plan de stérilisation électrique et, si le résultat de cette étude est affirmatif, de pousser vigoureusement le projet, car c'est un nouveau champ d'activité, — et d'activité féconde — qui s'ouvrirait là pour l'électricien.

(*Electrical Review.*)

J.

L'industrie électrique en Portugal. — D'après une correspondance adressée de Lisbonne à l'*Electrical Plant*, il paraîtrait qu'il y aurait beaucoup à faire en Portugal pour l'industrie électrique, si ce n'était la crise financière que le pays traverse. Il n'y a que peu d'installations faites jusqu'ici ; la population des villes ne demanderait pas mieux que d'avoir l'éclairage électrique, et la concurrence du gaz n'est pas bien redoutable.

Voici les installations d'éclairage qui existent actuellement.

A Lisbone, une seule grande rue, l' « Avenida della Liberdade » est éclairée par 50 lampes à arc. Il n'existe pas de station centrale. La gare du Nord-Est possède une installation de lampes à incandescence dans les salles d'attente et les bureaux, et de lampes à arc sur les quais jusqu'à 1,5 km de la gare. Enfin, le théâtre du Gouvernement est éclairé uniquement à l'électricité. C'est tout. Le matériel de ces installations est de provenance anglaise.

A Entrocamento, gare de jonction importante à quelque distance de Lisbonne, il y a une installation de lampes à arc et à incandescence du même genre que celle de la gare terminus à Lisbonne.

Estoril, jolie station balnéaire au-delà de l'embouchure du Tage, a une station centrale, qui fait marcher 4 lampes à arc sur les voies publiques, et environ 200 lampes à incandescence de 20 bougies réparties entre 25 maisons; une bonne partie de ces dernières sont placées dans les vérandahs. Plusieurs riches propriétaires des environs ont des installations particulières plus ou moins importantes. Le matériel de la station d'Estoril vient d'Allemagne.

Oporto a une station centrale, système à basse tension, depuis deux ans.

A Villa-Real (prov. de Tras-os-Montes) une installation publique a été inaugurée tout récemment.

Le correspondant de l'*Electrical Plant* signale à Lisbonne une situation anormale et favorable à l'électricité pour entrer dans la place. Depuis quelques mois, un très grand nombre de commerçants se sont mis en grève contre la compagnie du gaz, à propos d'une augmentation de prix. Leurs boutiques sont éclairées à l'huile, ce qui n'est pas fait pour rehausser l'éclat des rues de la capitale. Aussi y a-t-il un mouvement pour la construction d'une station d'électricité; il y a même déjà des démarches de faites pour se renseigner sur le système à adopter.

J.

Lignes télégraphiques souterraines en Allemagne. — Nous avons déjà fait connaître à nos lecteurs, la mise en service d'un certain nombre de lignes télégraphiques souterraines allemandes.

Le journal l'*Industrie de Bruxelles* nous apprend aujourd'hui, d'après une correspondance de Strasbourg, qu'en même temps que se complète le réseau des chemins de fer stratégiques de l'Alsace, le réseau télégraphique souterrain est continué jusqu'à Mulhouse. On sait que Strasbourg est, depuis douze ans, relié à Cologne, Berlin, Francfort et Mannheim.

Le travail de la pose est fait par les soins d'une maison de Cologne qui a la spécialité de ces entreprises et qui arrive a établir par jour plus de deux kilomètres de ligne. La tranchée étant creusée à la profondeur voulue, le câble armé y est aussitôt étendu et l'on comble.

Le câble de Strasbourg-Mulhouse parcourt une ligne presque droite et suit la grande route. Cette ligne sera probablement prolongée jusqu'à Saint-Louis et dans le duché de Bade.

Câbles sous-marins anglo-allemands. — Pour faire face à l'augmentation du trafic télégraphique entre la Grande-Bretagne et l'Allemagne, il a été posé un nouveau câble entre ces deux pays au commencement du mois d'août dernier, mais comme les lignes terrestres qui s'y rattachent n'ont pu être achevées à la même époque, ce câble n'a pu être ouvert au service que le 25 septembre dernier.

Le câble a été construit par MM. Siemens frères à Londres, et il a été posé aux frais communs des deux Etats.

Sa longueur est de 210,89 milles marins.

Il est immergé entre Bacton, sur la côte de Norfolk, en Angleterre, et l'île de Borkum, en Allemagne.

Nouveaux câbles du Pacifique. — On a projeté d'établir deux nouveaux câbles entre l'Amérique et les îles du Pacifique. L'un reliera d'une part Vancouver à Hawaï et à l'Australie; l'autre mettra en communication San-Francisco et Honolulu. Ces projets ont été encouragés par

un vote du Congrès qui, dans sa dernière session a consacré 2 500 dollars à l'étude des tracés; mais le Gouvernement des États-Unis a refusé de s'engager davantage dans l'entreprise. Les sondages n'en sont pas moins sur le point de commencer.

Les chemins de fer électriques aux États-Unis. — Il y a actuellement aux Etats-Unis 354 chemins de fer ou tramways électriques ayant près de 5 500 kilomètres de voies. Tous ces railways, sauf une douzaine environ, ont été ouverts à l'exploitation dans le cours de ces trois dernières années.

Mort de M. Bottomley. — M. William Fereday Bottomley, l'électricien anglais bien connu, est mort à Dublin, le 30 octobre dernier. Il était en voie de guérison d'une fièvre typhoïde lorsqu'il fut atteint d'une congestion pulmonaire qui l'emporta à l'âge de cinquante-et-un ans.

M. Bottomley s'était surtout occupé de télégraphie et de téléphonie. Il s'était particulièrement distingué comme conférencier et s'était acquis une grande estime comme organisateur et directeur de Sociétés téléphoniques.

CORRESPONDANCE

*Monsieur le Rédacteur de l'*Électricien,

Je trouve dans votre *Revue Internationale de l'Électricité*, n° 38 du 19 septembre 1891, la description et plans d'un Générateur électrique pour courants alternatifs, qui a été fabriqué à Œrlikon (Suisse) sous la direction de M. C.-E.-L. Brown, et qui a servi pour la production, à Lauffen, de l'énergie électrique qui était employée pour les expériences, à la récente Exposition de Francfort.

Ce Générateur est identique dans ses organes principaux avec mon invention brevetée.

Je compte sur votre bienveillance pour donner l'hospitalité de vos colonnes à ma lettre afin d'établir mes droits acquis et éventuels.

Veuillez agréer, avec mes remercîments anticipés, l'assurance de mes meilleurs sentiments.

J.-Henry Cazal,
Ing^r E. C. P., 1885.

RENSEIGNEMENTS UTILES

Des mesures de précaution à prendre dans l'emploi de l'énergie électrique

Rapport présenté à la Compagnie d'assurances contre l'incendie *l'Union*, par MM. H. Bunel et R.-V. Picou.

Le développement qu'ont pris, dans ces dernières années, les installations d'éclairage électrique, a déterminé un grand nombre d'accidents de divers ordres, au point même d'émouvoir certains esprits, un peu pessimiste peut être.

La ville de Paris d'une part (canalisation sur la voie publique), la préfecture de police de l'autre (installations intérieures) poursuivent la rédaction de prescriptions nouvelles; mais à côté des administrations publiques, il y a des entreprises privées qui ont un intérêt vital à prévenir les causes d'incendies, ce sont les Compagnies d'assurances.

La Compagnie *l'Union-Incendie* s'est adressée à deux ingénieurs d'une haute compétence, MM. H. Bunel et R.-V. Picou, en leur demandant une consultation sur les mesures à prendre dans l'emploi de l'énergie électrique et les conditions de sécurité à imposer dans ce cas aux assurés.

Le rapport de MM. Bunel et Picou vient d'être publié, et l'intérêt qu'il présente nous a paru en appeler une rapide analyse.

Les documents antérieurs sur la question sont rares. A l'étranger, on trouve :

Le règlement de la Société des ingénieurs-électriciens de Londres (*Rules and regulations*, etc.); les Instructions du *Phœnix Fire Office*; les prescriptions de la Compagnie d'assurance *Franco-Hongroise* (Autriche-Hongrie); plus quelques prescriptions locales de police.

Il y a bien en Angleterre, le *Light electric Bill*, mais cet *act* est analogue à notre cahier des charges général pour les secteurs, et concerne exclusivement les canalisations des voies publiques.

En France, on trouve :

Une première ordonnance de police, de 1881, sur les théâtres et cafés-concert;

Un décret du 15 mai 1888 (en préparation depuis le 15 septembre 1884), visant les mesures à prendre en vue de la sécurité publique et délimitant les attributions de surveillance;

Une nouvelle ordonnance de police du 17 avril 1888 sur les théâtres et cafés concerts;

Enfin les instructions sur l'établissement des appareils électriques du syndicat professionnel des industries électriques.

Pour l'éclairage électrique, les dangers d'incendie résident, non plus dans les foyers lumineux eux-mêmes comme pour les autres modes d'éclairage, mais dans les canalisations intérieures dont la plupart sont confiées à des appareilleurs souvent plus commerçants qu'électriciens, dans la coexistence de conducteurs électriques et de conduits de gaz.

Il y a aussi à envisager l'accumulation des combustibles dans des locaux qui n'ont pas été construits à cet usage, l'emploi des cheminées en tôle élevées dans d'étroites courettes, enfin l'usage d'accumulateurs producteurs de mélanges détonants dans des endroits insuffisamment aérés.

Les auteurs du rapport, après avoir minutieusement analysé les documents rappelés ci-dessus, n'hésitent pas à conclure à leur insuffisance individuelle d'abord, à la nécessité de leur codification ensuite, en présence de la diversité de leurs bases, et même à l'édiction de prescriptions nouvelles imposées par l'expérience journalière.

Quelle est la déperdition normale du courant admissible? Comment les coupe-circuits doivent-ils être aménagés pour être pratiquement des appareils de sécurité? Quelles précautions doivent être imposées pour l'isolation des interrupteurs et commutateurs? Quel est l'échauffement que l'on peut, sans danger, admettre aux fils des rhéostats?

MM. Bunel et Picou ont discuté ces diverses questions et ont été ainsi amenés à proposer un projet de règlement dont nous ne pouvons qu'indiquer les points principaux,

La densité du courant ne dépassera pas deux ampères par millimètre carré pour des sections de 10 millimètres et au-dessus, et trois ampères pour des sections moindres.

Les conducteurs nus sont proscrits à l'intérieur des bâtiments, sauf exceptionnellement dans certains ateliers.

La protection des câbles doit être double : électrique et mécanique.

La perte de courant ne devra pas excéder un millième.

L'usage de la terre et l'emploi des conduites d'eau et de gaz ou de charpentes métalliques pour compléter le circuit sont interdits.

Les coupe-circuits seront tous doubles, et le fil de sûreté devra fondre sous un courant au plus égal au triple du courant normal qui le traverse.

En cas de groupement important des lampes ou appareils, les circuits devront être subdivisés en un nombre de dérivations tel que le courant soit au plus égal à cinq ampères dans chacune d'elles qui aura son coupe-circuit double.

L'échauffement des fils des rhéostats ne devra pas dépasser 100 degrés.

Les lampes à incandescence ne pourront être montées sur les appareils à gaz que si celui-ci ne peut plus y avoir accès.

L'emploi d'huiles lourdes sur les accumulateurs est interdit : tout local contenant des accumulateurs pourra être considéré comme rentrant dans la catégorie de ceux qui sont définis comme *dangereux* et pour lesquels des précautions spéciales sont imposées. Est également définie une catégorie de locaux *très dangereux*, avec aggravation des prescriptions.

Les Compagnies pourront assimiler à ces deux derniers genres de locaux ceux où les canalisations de gaz et d'électricité existeront simultanément.

Le projet se termine par l'énumération des formalités à remplir par les abonnés vis-à-vis de la Compagnie et par l'énonciation du droit de celle-ci de faire vérifier en tout temps l'état des installations.

Quelle est la valeur de la réglementation proposée au point de vue de la sécurité? C'est par cette intéressante conclusion que terminent MM. Bunel et Picou.

Le danger d'un éclairage au gaz étant représenté par le chiffre 4, les risques, dans le cas d'éclairage électrique seul seront représentés par : 3 pour éclairage électrique seul, *avec observation parfaite du règlement* ; de 3 à 5, *s'il y a imperfection dans l'installation*.

En cas de coexistence de canalisation d'électricité et de gaz, le risque peut atteindre 6 si le gaz est employé à l'éclairage; il sera maintenu à 4 si le gaz ne sert qu'à la production de force motrice.

(*Génie Civil*).

BREVETS D'INVENTION

Du 6 au 12 septembre 1891

213423 **Williams.** — Procédé de traitement de conducteurs électriques (12 mai 1891).

513450 **Nusch et Nauratzky.** — Rétablissement et interruption automatique du courant dans les téléphones (13 mai 1891).

213479 **Benack.** — Dispositifs électriques pour produire un mouvement (14 mai 1891).

213494 **Société Siemens et Halske.** — Suspension élastique du moteur dans les véhicules mus par l'électricité (15 mai 1891).

213498 **Trumpy et Muller.** — Méthode perfectionnée pour régulariser la tension dans les systèmes pour distribuer l'électricité, combinés avec des accumulateurs (15 mai 1891).

213501 **Maiche.** — Système de transmetteur microphonique à courant direct (15 mai 1891).

213514 **Société Mildé fils et Cie et le sieur Kotyra.** — Coupe-circuit multiple (16 mai 1891).

213532 **Hanusse et Borrel.** — Sémaphore électrique à signaux instantanés (16 mai 1891).

213556 **Tesla.** — Procédé et appareils perfectionnés pour produire de la force électrique et l'utiliser pour l'éclairage (19 mai 1891).

213563 **Moore et Warren.** — Perfectionnements dans les conducteurs pour tramways électriques (19 mai 1891).

213566 **Achard.** — Système permettant d'utiliser la force vive d'un train de chemin de fer pour le serrage automatique de ses freins électriques pour l'arrêt volontaire ou en cas de rupture d'attelage (19 mai 1891).

Du 13 au 19 septembre 1891

213579 **Williams.** — Conducteur électrique isolé (20 mai 1891).

213590 **Brown.** — Voiture électrique automobile avec train articulé (20 mai 1891).

213592 **De Ferranti et Wright.** — Perfection-

nements dans les compteurs d'électricité (20 mai 1891).

213621 **Cabanyes.** — Pile électrique primaire d'électros multiples (22 mai 1891).

213639 **Bender.** — Condamnation électrique de serrures de portes et d'armoires (23 mai 1891).

213683 **Maiche.** — Dispositif spécial d'appareil micro-téléphonique (25 mai 1891).

213696 **Société Siemens et Halske.** — Innovations aux tubes ozonisateurs (26 mai 1891).

213698 **Prentiss.** — Perfectionnements dans les horloges électriques (26 mai 1891).

213701 **Deming.** — Perfectionnements dans les moyens et appareils propres à arrêter automatiquement, par l'emploi de l'électricité, les trains de chemins de fer, dans les divers cas où il peut être dangereux qu'ils continuent à avancer (26 mai 1891).

213705 **Eikemeyer.** — Perfectionnements dans les locomotives ou autres moteurs électriques (26 mai 1891).

213709 **Société anonyme pour le travail électrique des métaux.** — Applications de la vapeur et de l'électricité au réchauffage par fusion des corps solides qui dégagent de la chaleur en repassant de l'état liquide à l'état solide (26 mai 1891).

213710 **Ries.** — Procédé et appareil électriques propres à donner la trempe aux métaux (20 mai 1891).

213712 **Kaliske.** — Perfectionnements dans les coupe-circuits (26 mai 1891).

213724 **Ochs.** — Elément constant sec ou humide (27 mai 1891).

213743 **Lancaster.** — Perfectionnements dans les appareils de jonction électrique servant à établir les connexions, les raccords, etc. (28 mai 1891).

213745 **Bablon.** — Système d'inducteur pour téléphonie (28 mai 1891).

213760 **Fevrot et Santoux.** — Générateur électrique à courant constant (28 mai 1891).

Du 20 *au* 26 *septembre* 1891

213783 **Doré.** — Procédé d'isolement des câbles et conducteurs électriques (29 mai 1891).

213810 **Frager.** — Compteur d'énergie électrique (30 mai 1891).

213817 **Linhart et Seitz.** — Appareil télégraphique écrivant sans mouvement d'horlogerie, à courants actifs et au repos et avec pile locale (1er juin 1891).

213822 **Société anonyme. Ateliers de constructions mécaniques de Vevey.** — Système de machines dynamo-électriques à pôles inducteurs, intérieurs et extérieurs de polarité différente (1er juin 1891).

213865 **Vogt.** — Charbon cylindrique avec enveloppe ou gaine en matière isolante pour microphones (3 juin 1891).

213891 **Munsie.** — Chemins de fer électriques (4 juin 1891).

213899 **Leemann-Boller.** — Perfectionnements dans les accumulateurs électriques (4 juin 1891).

213900 **Stanley Junior et Kelly.** — Perfectionnements dans les dynamos à courants alternatifs (4 juin 1891).

213901 **Stanley Junior et Kelly.** — Procédé et méthode pour empêcher l'intervention de courants induits ou autres dans les circuits téléphoniques (4 juin 1891).

213913 **Lindner, Vogt et Bachmann.** — Commutateurs automatiques pour transformateurs de courant (5 juin 1891).

213925 **Etève.** — Accumulateur à l'aluminium (5 juin 1891).

213933 **Stein Junior.** — Appareil téléphonique avec support mobile pour le récepteur et pupitre mobile faisant fonction de commutateur automatique (5 juin 1891).

CERTIFICATS D'ADDITION

Du 6 *au* 12 *septembre* 1891

205465 **Germain.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 6 mai 1890, pour accumulateurs chargés au gaz (6 mai 1891).

204902 **Giraud.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 10 avril 1891, pour poêle thermo-électrique ou générateur d'électricité destiné à l'éclairage domestique (6 mai 1891).

211086 **Schlepitzka.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 31 janvier 1891, pour machines à souder activées par l'électricité (12 mai 1891).

179393 **Tudor.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 2 novembre 1886, pour de nouveaux perfectionnements apportés aux électrodes des accumulateurs électriques (12 mai 1891).

209101 **Vialet-Chabrand.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 24 octobre 1890, pour appareils électriques permettant de produire l'ouverture ou la fermeture permanente d'un circuit électrique en un nombre quelconque de points (12 mai 1891).

210409 **Aron.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 23 décembre 1890, pour appareil d'enclenchement et de déclenchement de compteurs électriques et autres instruments similaires (13 mai 1891).

205952 **De Lalande.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 28 mai 1890, pour des perfectionnements aux piles électriques (13 mai 1891).

207112 **David.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 25 juillet 1890, pour un compteur d'énergie électrique (13 mai 1891).

171338 **Reclus.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 25 septembre 1885, pour un système de pendule électrique (15 mai 1891).

Du 13 *au* 19 *septembre* 1891

213065 **Le Corney.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 20 mars 1891, pour un nouveau système de distribution de l'électricité aux appareils d'utilisation (23 avril 1891).

209851 **De Méritens.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 28 novembre 1890, pour une nouvelle pile à grand débit (21 mai 1891).

209788 **Arnould.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 25 novembre 1890, pour nouvelles moulures rainées pour distribution électrique (23 mai 1891).

210747 **Bourdon.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 13 janvier 1891, pour un système de poteaux télégraphiques réalisant une fabrication et un montage très économiques (23 mai 1891).

Du 20 *au* 26 *septembre* 1891

212741 **Goubert.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 9 avril 1891, pour un compteur électrique (1er juin 1891).

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

MOTEUR DE 20 CHEVAUX A COURANTS ALTERNATIFS TRIPHASÉS DE C.-E.-L. BROWN

Guidé par le désir d'éliminer complètement des moteurs, les commutateurs, les collecteurs et les balais, et de réaliser, par conséquent, une réceptrice vraiment industrielle, M. C.-E.-L. Brown, dès le milieu de l'année 1890, entreprit l'étude des courants polyphatés, étude qui lui a permis de réaliser complètement le but qu'il poursuivait. A la même époque on apprit que la « Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft » de Berlin avait entrepris des expériences analogues, et obtenait des résultats satisfaisants ; le bruit se

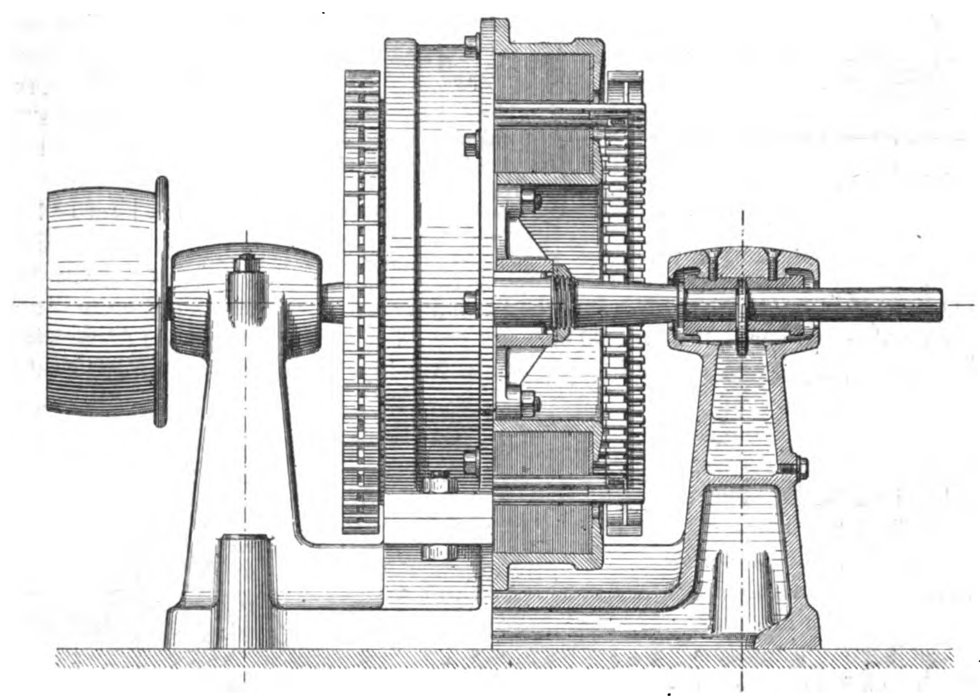


Fig. 1.

confirmait que l'usine d'Œrlikon s'était associée avec elle pour perfectionner et appliquer en commun cette nouvelle découverte.

En août 1890, on installait à Œrlikon, d'après les données de M. Brown, un moteur d'environ 2 chevaux dépourvu de collecteur. On peut le considérer comme le premier moteur à courants polyphasés construit et appliqué industriellement.

C'était également la première fois que l'armature cylindrique employée avec l'enroulement Gramme étaitut ilisée pour ce genre de courants. Dans la première moitié du même

mois, M. Brown employa également l'armature cylindrique avec l'enroulement en tambour pour des génératrices et des réceptrices de 300 chevaux. Ces machines étaient destinées au transport d'énergie de Bülach-Œrlikon, qui fut le point de départ généralement peu connu du transport réalisé entre Lauffen et Francfort. Actuellement, une de ces machines fonctionne à Lauffen. L'emploi dans cette machine de l'armature cylindrique donne, en dehors des avantages cités, la possibilité de réduire au minimum la dépense d'excitation dans l'inducteur. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que la « Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft » l'ait adopté pour ses moteurs à champ tournant, comme celui de 100 chevaux qu'on a pu voir à l'Exposition de Francfort.

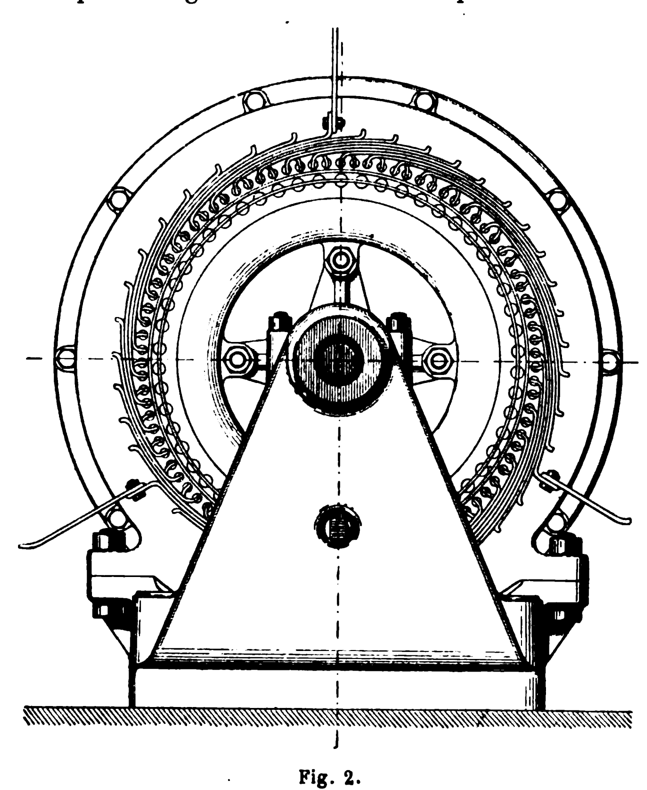


Fig. 2.

Le moteur de 20 chevaux à courants alternatifs triphasés que vient de construire M. Brown est représenté en élévation vu de côté sur la figure 1 et en élévation vu de face sur la figure 2.

On voit, en examinant ces figures, que l'armature est fixe et qu'elle est en tout semblable à celle de la génératrice de 300 chevaux précédemment décrite dans l'*Électricien*[1]. Naturellement, il y a plus de 3 spires par pôles. Ainsi que le montre la figure 4, c'est un type à quatre pôles dont les circuits montés en série sont groupés comme dans l'armature de Thomson Houston. Le moteur fait 1 200 tours pour le nombre prévu de 40 périodes. La tension normale est d'environ 80 volts à circuit ouvert; elle peut néanmoins être réduite à 50 volts ou poussée à 100 volts sans qu'il y ait d'autre inconvénient qu'une augmentation de température dans les fils de l'armature pour le premier cas, dans le fer pour le second.

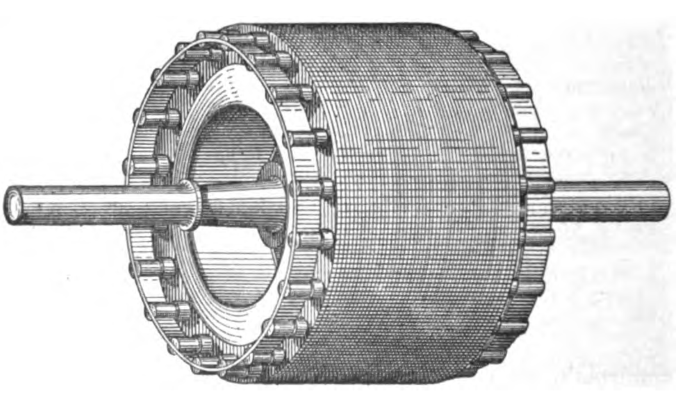


Fig. 3.

Le champ magnétique (fig. 3) tourne et il est produit par la réaction seule de l'armature, de sorte que tout contact devient inutile. Il se compose d'un anneau en feuilles de

[1] Voir n° 38 : *Les dynamos à courants alternatifs à trois phases décalées des ateliers d'Oerlikon*, p. 189.

tôles qui entraîne des tiges de cuivre isolées et fixées dans des encoches placées à la surface extérieure. Les extrémités de ces tiges sont réunies entre elles par des anneaux de cuivre. Il est à peine possible d'imaginer un champ magnétique plus simple.

Avant de citer les résultats d'expériences, rappelons quelques-unes des constantes du moteur. L'armature se compose de 90 conducteurs de 40 millimètres carrés de section ; l'enroulement, qui est représenté schématiquement dans la figure 4, contient environ 20 kg. de cuivre ; le poids du fer est de 100 kg. La largeur de l'armature est de 200 mm. et son diamètre extérieur de 500 mm. L'induit tournant porte 54 tiges dont la section est d'environ 100 millimètres carrés ; le poids du cuivre est de 15 kg. et celui du fer de 70 kg.

Les expériences effectuées à Œrlikon ont montré que le moteur peut facilement donner 20 chevaux et qu'en marche continue à ce régime, l'échauffement reste au-dessous des valeurs admises, puisqu'aucune partie n'atteint plus de 20 à 25 degrés centigrades au-dessus de la température ambiante ; il est d'ailleurs à remarquer que la partie tournante n'a pas montré d'échauffement sensible. La différence des vitesses du moteur entre la marche à vide et la marche en pleine charge n'était guère que de 3 0/0. La puissance du moteur au démarrage est très considérable, et elle permettait d'entraîner facilement à pleine vitesse un ventilateur qui demandait au moins 25 chevaux et une dynamo excitée séparément qui était montée sur une résistance absorbant 20 chevaux.

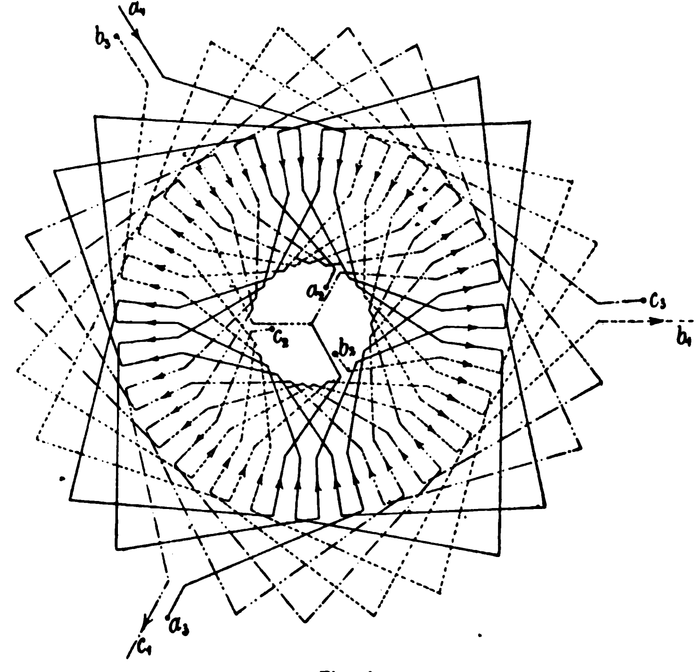


Fig. 4.

On a constaté un effort tangentiel de 200 kg sur la section de la courroie qui a 20 cm de largeur. Tout en supportant des surcharges considérables, le moteur tourne en silence, ce qui offre généralement un grand avantage. La mise en marche, de même que celle d'un moteur à courant continu, se fait à l'aide de résistances intercalées dans le circuit de l'armature.

Pour ce qui est du rendement industriel du moteur, on n'a pas encore fait de mesures ; cependant les pertes se répartissent à peu près de cette façon : dans le cuivre et le fer de l'armature, 4 0/0 ; dans le cuivre et le fer de l'induit, y compris les pertes par frottement, également 4 0/0, de sorte que le rendement du moteur est d'environ 92 0/0 ; en tout cas, on peut donner le chiffre de 90 0/0 comme parfaitement sûr. D'ailleurs, la faible valeur de l'échauffement, malgré la petitesse du moteur et la ventilation tout à fait insignifiante, montre mieux que toute autre chose que les pertes peuvent être considérées comme très faibles. De plus, le rendement reste encore très élevé pour une diminution notable de charge.

Le poids du moteur complet est de 420 kg, c'est-à-dire seulement d'un peu plus de 20 kg par cheval. Si l'on voulait construire un type léger, il serait facile de réduire le poids à

300 kg sans que la solidité soit compromise, et alors le poids ne serait plus que de 15 kg par cheval, ce qui peut être regardé comme un résultat remarquable.

On peut noter aussi que les paliers sont munis de graisseurs à bagues et de réservoirs d'huile, ce qui fait que ce moteur peut fonctionner pendant très longtemps sans qu'on ait besoin d'y toucher et sans aucun contrôle.

P. Perrin.

TORPILLES ET TORPILLEURS

(*suite* [1])

III. Torpilles remorquées et embarcations porte-torpilles. — En outre des torpilles automobiles lancées par les torpilleurs de haute mer et les avisos torpilleurs, l'attaque des grands bâtiments se fait encore : 1° par les torpilles remorquées ; 2° par les embarcations porte-torpilles. D'ailleurs, en cas de besoin, tout canot et tout torpilleur peuvent recevoir des hampes porte-torpilles proportionnées à leur force et à leur taille.

1° Par une nuit obscure, le plus silencieusement qu'ils peuvent, deux canots, manœuvrés à l'aviron, passent de chaque côté du navire désigné (fig. 9) ; ils tiennent chacun à leur bord une extrémité de la remorque au milieu de laquelle est fixée la torpille ; ils

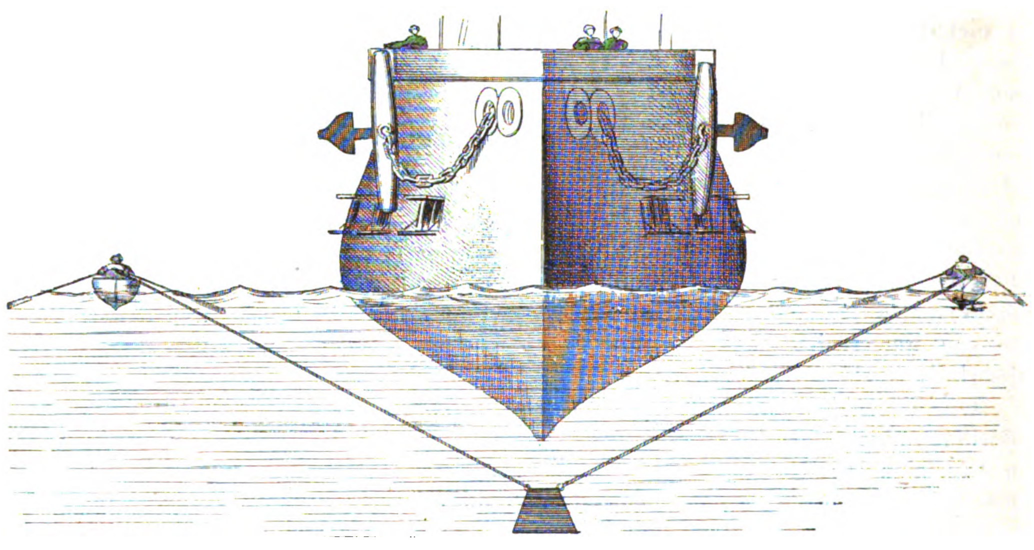


Fig. 9.

mollissent la remorque de manière à immerger suffisamment l'engin de destruction sous la quille du bâtiment et, au moment favorable, un circuit électrique, fermé à bord des canots, provoque l'explosion.

On peut encore remorquer un chapelet de torpilles au lieu d'une seule et, dans ce cas, l'effet est plus complet, plus désastreux et plus sûr.

Déjà, il est besoin d'un certain courage, puisque ces torpilles nécessitent, jusqu'au moment de leur explosion, le concours d'hommes déterminés qui les accompagnent, les remorquent jusqu'au bâtiment ennemi. Quant à savoir si le but sera manqué ou atteint,

[1] Voir n° 29, page 37 et n° 37, page 175

point d'hésitation, le succès est certain à moins que les remorqueurs soient détruits ou mis dans l'impossibilité d'accomplir leur tâche périlleuse.

Il ne faut pas se dissimuler que cette dernière éventualité n'est pas rare ; le moyen est désespéré et d'ailleurs ne peut s'exercer que contre un navire au mouillage. On ne l'adopte enfin que faute d'avoir à sa disposition des canots porte-torpilles à grande vitesse, des torpilleurs, les ennemis les plus dangereux des cuirassés qui déploient alors tous les moyens possibles de défense.

2° Mais, comme le disait un de nos amiraux, si la torpille automobile est la balle qui frappe, le torpilleur est le poignard qui tue. Il s'agit en effet d'attaquer un cuirassé en marche et le torpilleur va lui-même, au risque de se faire foudroyer cent fois, porter son arme au flanc de l'ennemi. Il doit, pour réussir, posséder trois qualités essentielles : être animé d'une grande vitesse, évoluer avec rapidité, offrir peu de surface au tir de l'ennemi.

Un ingénieur anglais, M. Thornycroft, résolut le problème en 1872. Chargé par le Gouvernement français de la construction des premières embarcations porte-torpilles, il réalisa une véritable merveille ayant la plupart des qualités désirables que l'on n'a cessé d'augmenter et de rendre ensuite plus complètes.

Le torpilleur Thornycroft est une embarcation en acier galvanisé d'une longueur totale de 25 mètres sur une largeur de 3,50 m. Son tirant d'eau, à l'avant, est de 0,60 m

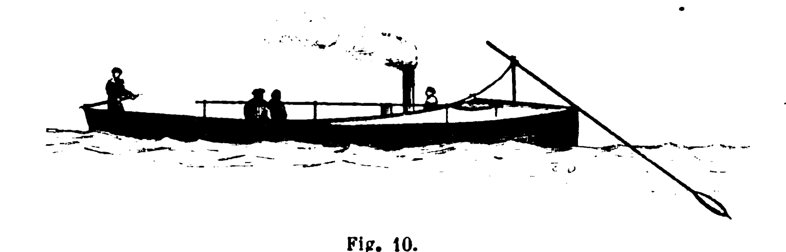


Fig. 10.

et à l'arrière de 1,20 m ; la ligne de flottaison arrive presque à la hauteur du pont et les seuls points qui émergent sont le tuyau de prise d'air, la cheminée de la machine et la tourelle du timonier. Quant à l'appareil moteur, c'est une machine compound de 400 chevaux qui imprime à l'hélice une vitesse de 350 tours à la minute; on conçoit sans peine les trépidations nombreuses qu'une vitesse pareille occasionne à toute la machine et l'on a poussé la précaution jusqu'à forer toutes les pièces mobiles pour les alléger.

La torpille, placée à l'avant au bout d'une hampe ou espar de 6 à 7 mètres de long, est submergée à 2,50 m (fig. 10) ; de forme ovoïde, elle a 0,80 m de long et contient de 18 à 25 kg de dynamite.

Chaque embarcation porte sur des rouleaux, à babord et à tribord, deux hampes porte-torpilles.

La mise à feu est électrique (fig. 11) ; elle se produit au choc ou à volonté, à l'aide du courant d'une pile par l'inflammation des deux amorces AA'. Le fil positif de la pile les relie entre elles et va aboutir à la borne C. Le circuit se complète par l'enveloppe extérieure de la torpille immergée, la mer et une plaque de terre T. Le heurt de l'appareil contre un obstacle renfonce le

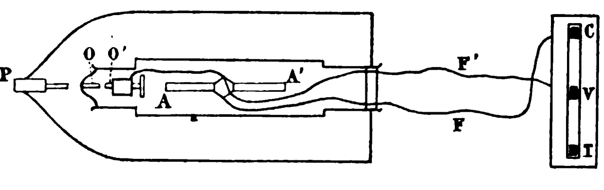


Fig. 11.

percuteur placé au bec de la torpille et vient faire mettre au contact les deux pointes OO'; le circuit est fermé, l'explosion se produit. Mais une dérivation de courant F' est établie en V, de telle sorte qu'à l'aide d'un conjoncteur on peut lancer *à volonté* le courant dans les amorces ou attendre l'effet d'inflammation produit par le *choc*.

Au commandement de « *à pousser la hampe* » on la fait glisser sur les rouleaux, en hâlant sur le cartahut de manœuvre; elle avance, s'incline, le chariot qui la porte vient toucher les butoirs, elle est à son poste de combat. Les deux fils courent le long d'une canelure et viennent aboutir à la pile devant laquelle un homme se tient prêt à presser le conjoncteur au commandement de « *feu* ».

Pour les torpilleurs de dimensions plus grandes que les canots porte-torpilles, l'appareil de mise à feu est installé à poste fixe avec un manipulateur spécial et un commutateur d'épreuve à galvanomètre qui permet de s'assurer à chaque instant de l'isolement total des amorces et du bon fonctionnement de la pile.

La vitesse des Thornycroft est de 18 à 19 nœuds, soit 33 à 35 km à l'heure. M. Normand, constructeur au Havre, a dépassé M. Thornycroft et les torpilleurs de 33, 35 et 45 m de long qu'il a construits donnent 20, 21 et même 22 nœuds, soit 37, 38 et 40 km à l'heure. Enfin les Anglais, jaloux de son succès, ont construit à Woolwich des torpilleurs qui obtiennent, dit-on, 24 nœuds.

C'est avec cette prodigieuse vitesse que l'embarcation se lance contre le navire ennemi. Enveloppée dans la nuit, couverte à chaque instant par les lames qu'elle traverse, elle glisse presque constamment entre deux eaux. Dans la tourelle, se tient le timonier, qui peut apercevoir l'extérieur au moyen d'une fente circulaire; près de lui, le commandant donne ses ordres à l'équipage. Le salut de tous dépend du sang-froid et du coup d'œil de l'officier; à une distance donnée, il devra stopper, puis, le choc produit, faire machine en arrière, virer de bord et s'enfuir à toute vapeur pour ne pas être entraîné dans le remous creusé par le navire englouti.

La frégate a déjà fait draguer le fond par ses chaloupes pour détruire les fourneaux submergés; la nuit venue, elle s'est entourée de filets métalliques afin d'empêcher l'approche d'une torpille Whitehead. Son fanal électrique projette au loin ses rayons puissants, des feux flottants sont lancés de tous côtés et leur clarté dissipe la nuit. Dans les hunes, les pointeurs sont à leur poste de combat près des canons revolvers Hochtkiss. Toutes les mesures de défense possible sont organisées en cas d'attaque d'un torpilleur. Il ne se fait pas attendre, la voix des hommes en vigie l'ont signalé à 2 milles sous le vent. Dans la longue traînée blanche que tracent les rayons électriques sur la mer, apparaît une mince ligne sombre, coupée souvent par les lames qui déferlent. On la suit difficilement des yeux, mais on y parvient malgré ses embardées continuelles à l'aide desquelles le torpilleur tente de sortir du rayon lumineux. Les deux adversaires sont en présence : le géant et le pygmée. Feu ! et les détonations répétées des canons revolvers retentissent sans arrêter la marche du torpilleur ; découvert, il se lance à toute vapeur, sa cheminée rejette avec de longs serpents de feu les débris en fusion des grilles de la chaudière ; il parcourt 600 m à la minute, dans trois minutes il sera sur le cuirassé. A bord, dans les hunes, les mains sont impatientes, on tire à la hâte, au jugé, les projectiles se perdent; encore une minute... On pointe de nouveau... Trop tard! un choc se produit, une explosion sourde retentit, une gerbe d'eau retombe sur le pont de la frégate qui s'abîme pendant que l'insaisissable torpilleur s'enfuit poursuivi par les derniers coups de canon désespérés et sans résultat du géant à l'agonie.

Quels sont les moyens de défense des cuirassés? Nous venons de les énumérer dans cette description d'attaque par un torpilleur. C'est le projecteur de lumière électrique qui interroge sans cesse l'horizon et la surface de la mer, c'est l'artillerie des hunes, c'est enfin, quand le navire est atteint, ses cloisons étanches qui lui permettent maintenant de résister



pendant longtemps à une large voie d'eau. Mais que fera-t-il contre plusieurs torpilleurs? Le danger qu'il court s'augmente évidemment, mais pas en proportion de leur nombre. Il faut compter avec la confusion qui s'est déjà produite dans les manœuvres et qui se produira *a fortiori* dans un combat. Car souvenons-nous que les cuirassés, les croiseurs sont accompagnés aussi de leur flottille de torpilleurs : une partie les précèdent en éclaireurs, tandis que les grands bâtiments avec leurs projecteurs leur montrent la route et leur désignent les assaillants en dirigeant sur ces derniers leurs feux électriques ; tous sont animés de leur vitesse maxima. Mais, si l'homme du projecteur, dans un moment d'inattention, commet une faute dans la manœuvre de son appareil, les torpilleurs amis, éblouis par la lumière intense ne voient plus rien, deviennent une proie facile pour les ennemis et même peuvent être victimes de ceux qui doivent les protéger. C'est ainsi qu'au mois de mai dernier, pendant les manœuvres de nuit de l'escadre du Nord, aux environs de Cherbourg, l'*Edmond-Fontaine*, torpilleur de 1re classe, servant d'éclaireur, fut aveuglé par les projections du *Surcouf* et ne put voir à temps la manœuvre de ce croiseur qui venait derrière lui. Malgré tous les efforts et le sang-froid du commandant, M. Ridoux, l'*Edmond-Fontaine* était abordé par sa hanche de tribord arrière et coulait un quart d'heure après.

Il y a donc lieu de craindre ou d'espérer, suivant le point de vue auquel on se place, un grand désarroi dans les combats navals qui surviendront. Il faut faire une large part aux accidents imprévus qui se produiront pendant la nuit entre des bâtiments agissant de conserve et animés d'une si grande vitesse. Plusieurs torpilleurs seront mis hors de combat, d'autres se couleront réciproquement avant d'avoir pu accomplir l'œuvre de destruction préméditée. Malgré tout, il en restera assez qui arriveront au but pour que l'on ait besoin de veiller attentivement à bord des cuirassés dont la sauvegarde principale est la lumière électrique. Elle leur permet de dévoiler l'approche du rapide et terrible ennemi, de l'aveugler, de l'anéantir ou d'en éviter l'attaque.

Georges Dary.

LA TRACTION ÉLECTRIQUE A GRANDE VITESSE[1]

Les expériences ci-dessous constituent les premières tentatives sérieuses faites en vue de doubler la vitesse des trains ; et comme telles, elles méritent d'être rapportées exactement. Elles ont été faites pour l'*Electro-automatic Railway C°*, de Baltimore, Md. Cette compagnie a été organisée, il y a environ quatre ans, par M. David G. Weems, qui, bien que n'étant pas ingénieur, était convaincu que les moteurs électriques fourniraient de très grandes vitesses, qu'il se proposait d'appliquer au transport des petits colis. Sa conviction et son enthousiasme décidèrent un certain nombre de personnes à souscrire et à risquer des fonds pour entreprendre des essais.

M. Weems se proposa d'abord de créer un service entièrement automatique de ville à ville, avec des voitures plus petites que celles qui sont nécessaires pour y placer des voyageurs.

A titre de démonstration, une voie circulaire de 3,200 km fut installée à Laurel, Md. ; l'écartement de la voie était de 71 cm, le poids du rail 7,200 kg, forme T ; les traverses avaient 76 $\times$ 102 mm et étaient à 405 mm l'une de l'autre. Des pièces de bois de 76 $\times$ 102 mm étaient placées en dehors de chaque rail pour servir de gardes. Des longrines de 76 $\times$ 102 mm étaient placées sous les traverses, et de chaque côté de la voie on avait construit sur les traverses une barrière en bois, allant jusqu'à d'autres traverses de 51 $\times$ 152 mm placées au-dessus de la voie, qui supportaient un petit rail en T,

[1] Mémoire lu à la cinquante-quatrième réunion de l'« American Institute of Electrical Engineers », de New-York.



la tête en bas. Ce dernier rail était destiné à servir de conducteur électrique et devait également servir de guide à l'aide de galets de pression. Toutefois il ne remplit qu'imparfaitement cette dernière fonction, les oscillations latérales de la voiture, sur une voie aussi légère, étant très grandes. Une partie de la voie était montée sur chevalets pour traverser un marais, dont l'inondation causa des dérangements fréquents.

La locomotive était très simple. Trois essieux, munis de roues de 71 cm portaient une caisse en acier de 4,90 m de long, 61 cm de haut et 76 cm de large. Un peu de jeu était réservé dans le sens vertical pour les ressorts ; mais dans le sens horizontal les trois essieux étaient réunis d'une façon rigide. Chacun de ces essieux était prévu pour recevoir un moteur. La tête du véhicule était pyramidale. Le poids de la voiture, avec les trois moteurs, était d'environ 3 050 kg. Une seconde caisse en acier, semblable à la première, était destinée à être remorquée par celle-ci, au moyen d'un accouplement à rotule, les faces des véhicules étant réunies de façon à ce que l'ensemble n'offre qu'une seule surface à la résistance de l'air. La queue était pyramidale. La seconde voiture ne fut employée qu'une fois. La voie et les voitures étaient complètement étudiées, et la

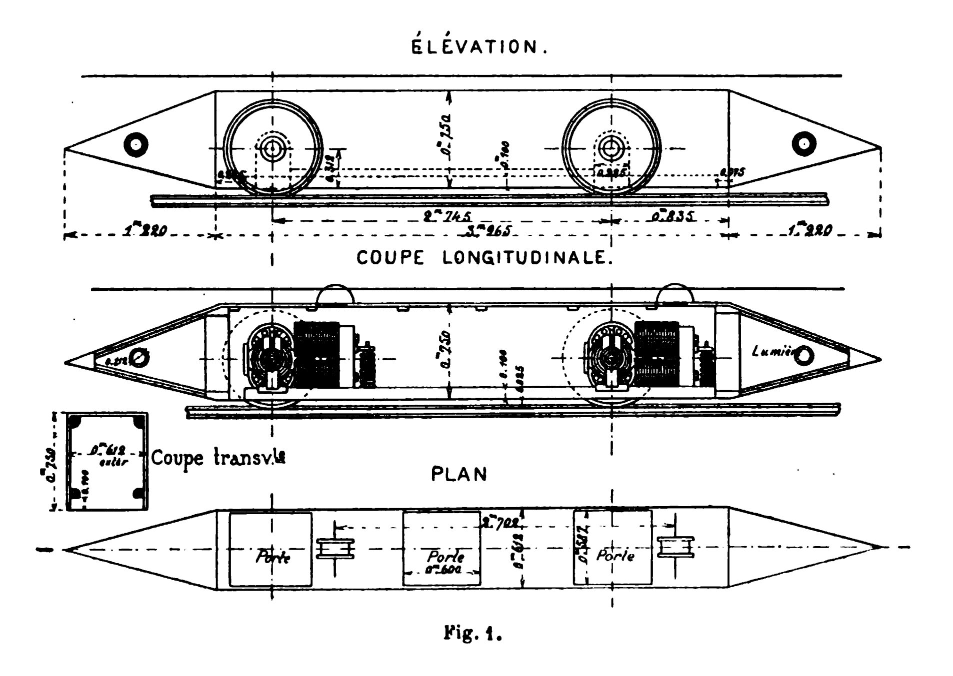


Fig. 1.

construction était presque terminée, lorsqu'on s'adressa à la « Sprague Electric Railway and motor Company », en lui demandant d'étudier des moteurs dont les induits pussent être calés directement sur les trois essieux. La condition imposée était que les moteurs puissent développer chacun vingt chevaux à la vitesse de 3 000 tours par minute, ce qui correspondait à une vitesse de la voiture de 400 km à l'heure. Il est à peine besoin de dire que sur une voie aussi légère, qui n'était pas en ligne droite et avec une voiture de 3 050 kg, il était impossible d'atteindre cette vitesse avec 60 chevaux.

Les moteurs furent soigneusement étudiés par M. H.-F. Parshall, de la Compagnie Sprague, pour une force électromotrice normale de 500 volts. Ils remplissaient assez bien les conditions. Ils étaient disposés pour fonctionner en dérivation sur le circuit alimenté par des dynamos construites dans les ateliers Edison. Lorsque les moteurs furent montés et prêts à fonctionner, on s'aperçut qu'il était presque impossible de démarrer la voiture,

probablement à cause du dur dans les coussinets et, lorsqu'on eut fait plusieurs essais, le résultat fut un désappointement.

Jusqu'alors la partie électrique n'avait reçu d'autre attention que celle que pouvaient de temps en temps lui consacrer les employés de la Compagnie Sprague, très occupés d'autres côtés. Il devint évident pour la Compagnie de Baltimore que des résultats sérieux ne pouvaient être obtenus qu'avec le concours constant d'un électricien.

Comme « superintendant » de la Compagnie Sprague, j'avais été familiarisé avec la construction des moteurs, et j'avais d'ailleurs visité l'installation. Il fut donc convenu, en octobre 1889, que les expériences suivantes auraient lieu sous ma direction. Dans l'intervalle, M. B. J. Bashiel, et M. H. F. Purdy, de la Compagnie Sprague, m'ont continuellement assisté et dans l'étude et dans l'exécution de tout ce qui a été fait.

Les essais ayant été repris, montrèrent bientôt qu'une vitesse donnée était obtenue avec moins de courant, si deux moteurs étaient en service au lieu de trois, et, en conséquence, le moteur de l'essieu central fut enlevé. Il semble probable que le moteur du milieu était principalement occupé à faire patiner les roues correspondantes, car, sur une voie aussi légère, les roues extrêmes portaient la plus grande partie du poids. Dans tous les cas, deux moteurs suffisaient pour produire une vitesse supérieure à celle que pouvait supporter la voie.

Ces machines étaient du type en simple fer à cheval. L'armature était enroulée de 100 sections de fil n° 12 B. W. G. (2,79 mm), chacune de ces sections comprenant deux tours. Cette armature, munie de son collecteur, était calée à demeure sur l'essieu. Les pièces polaires étaient fixées à des paliers reposant sur l'essieu, la culasse étant montée à ressort sur une pièce transversale fixée à la carcasse d'acier. Les coussinets étaient en bronze phosphoreux, et le graissage se faisait à l'huile avec un graisseur ordinaire. De ce côté, du reste, on ne rencontra aucune difficulté. Chaque bobine d'électro portait cent vingt tours de fil n° 4 B. W. G. (6,10 mm). A 30 ampères, l'induction dans l'armature était d'environ 12 500.C. G. S. La figure 1 montre une vue extérieure du moteur.

Ces moteurs, enroulés pour 500 volts, d'après la demande, étaient d'abord réunis en dérivation. Par la suite, ils furent groupés en tension, ce qui simplifia le contrôle du potentiel à la station, par la raison que les moteurs marchaient à une vitesse beaucoup plus faible que celle pour laquelle ils avaient été prévus.

Le courant était pris au rail supérieur par des balais en lames de cuivre pressés par des ressorts. Ils remplirent bien le but. Le retour se faisait par les roues et les rails, la caisse du véhicule étant isolée par des plaques de fibre et des rondelles aux joints et aux boulons.

Les joints des rails (supérieur et inférieurs) étaient réunis électriquement, et la résistance du circuit extérieur, depuis la jonction du feeder jusqu'au point diamétralement opposé, était de 0,25 ohm.

La station était placée à l'intérieur du cercle, à 60 mètres environ de la voie. La génératrice était une machine Edison de 70 chevaux, primitivement non compoundée, et actionnée par une machine à vapeur Ball, à grande vitesse, de 90 chevaux. On employa d'abord un fil de 12 ohms de résistance pour abaisser le potentiel dans la ligne, par la raison qu'il n'était pas facile de faire fonctionner les dynamos au-dessous de 400 volts. Plus tard, on employa un baril rempli d'eau, au fond duquel était placée une plaque de fer de 50 cm². Une plaque semblable, fixée au bout d'une barre de fer, pouvait s'élever ou s'abaisser dans l'eau à l'aide d'une poulie. Ces plaques faisant partie du circuit principal, on obtenait ainsi un rhéostat liquide qui, « pris avec un grain de sel », pouvait facilement servir à régler des courants allant jusqu'à 150 ampères.

La façon dont on procédait habituellement pour un essai était la suivante : autant d'observateurs qu'on pouvait en avoir, c'est-à-dire cinq ou six, étaient placés autour du



cercle, à une distance connue l'un de l'autre. Les montres de ces observateurs et de ceux qui lisaient le potentiel et le courant étaient comparées. Des lectures étaient faites à la station et en un point ou deux de la ligne, de sorte qu'on pouvait facilement réduire en chevaux-vapeur. M. Dashiell, mon aide, s'occupait alors de la machine à vapeur, et je surveillais la dynamo. Un courant de 20 à 40 ampères démarrait ordinairement la voiture. Les dimensions de l'induit limitaient à 90 ampères environ (45 ampères par machine) le courant qui pouvait passer pendant un temps quelconque. Cette valeur était ordinairement atteinte dans les premiers 800 m de course, une grande partie de la résistance extérieure ayant été supprimée. Lorsque la voiture avait atteint la vitesse de 130 à 160 km à l'heure, le potentiel de la ligne était à 450 volts environ ; les plaques de fer dans le baril étaient en contact, ayant été approchées au fur et à mesure qu'augmentait la force contre-électromotrice. La limite de durée des essais était invariablement causée par la faiblesse de la voie. La voiture dérailla par trois fois : une fois à la vitesse de 73 km à l'heure, une autre fois à 130 km, et la dernière à 185 km environ. Chose assez curieuse, les deux premiers déraillements se sont produits à l'intérieur du cercle. La surélévation du rail extérieur était de 10 cm environ.

Il était facile de dire, à la station, quand un déraillement était imminent, car l'ampèremètre était plus violemment agité par suite de l'ouverture et de la fermeture du circuit causées par les parties de la ligne particulièrement mauvaises. L'agitation augmentait à chaque nouveau parcours, et finissait par un déraillement, ou bien — lorsqu'on eut acquis plus d'expérieuce — par une cessation de l'essai. Comme la voie limitait le temps de l'expérience, elle limitait par suite la vitesse. Chaque essai — le plus long ayant été de 22 minutes consécutives — était suivi d'un examen de la voie qui demandait de quelques heures à une semaine de travail pour quatre ou cinq hommes.

(*à suivre.*) O.-T. Crosby.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Le transport de l'énergie par l'électricité

Par Gisbert Kapp[1]

II

Principes fondamentaux

Toute la théorie de la transmission électrique de l'énergie repose sur l'action réciproque quelque peu mystérieuse qu'exercent l'un sur l'autre les aimants et les courants, sur ce qu'on appelle l'induction électromagnétique. Deux phénomènes surtout sont utilisés : celui de la déviation de l'aiguille aimantée sous l'action des courants, découvert par Œrsted, et celui, découvert par Faraday, de la production d'un courant éphémère dans un circuit fermé, par le déplacement de celui-ci par rapport à un aimant.

L'effet signalé par Œrsted est permanent ; tant que passe le courant qui l'affecte, l'aiguille aimantée reste déviée. Au contraire, le phénomène découvert par Faraday est absolument temporaire ; le courant engendré ne circule qu'autant qu'il y a changement des positions relatives du courant et de l'aimant, et cesse avec le mouvement de ceux-ci.

Dans l'expérience d'Œrsted, la déviation de l'aiguille aimantée est due à l'action d'une force mécanique qui se développe entre l'aimant et le circuit. Les courants induits qui se produisent dans l'expérience de Faraday semblent dus, également, à une force électromotrice éphémère, résultant elle-même du déplacement relatif de l'aimant et du circuit. Les théories modernes expliquent ces phénomènes par la conception autour de l'aimant de lignes de force magnétiques que vient couper le circuit fermé parcouru par un courant.

Le sujet a été traité d'une façon magistrale par M. le Professeur S.-P. Thompson dans ses « Cantor Lectures » de 1882 sur la « Dynamo » ; je n'y reviendrai donc pas, et, dans la suite, je supposerai que cette théorie des lignes de force vous est familière.

Cette théorie conduit pour les deux phéno-

[1] Voir n° 46, page 334.

mènes qui nous occupent aux explications qui suivent :

1° Quand un courant coupe les lignes de force d'un aimant, il se produit une force mécanique entre le conducteur et l'aimant (ou son équivalent);

2° Les déplacements relatifs d'un aimant (ou de son équivalent) et d'un circuit fermé développent dans ce dernier une force électromotrice.

On voit tout de suite que la combinaison des deux effets exigera une dépense de force ou occasionnera, au contraire, une production d'énergie, selon que le mouvement aura lieu en sens opposé ou dans la même direction que la force mécanique à laquelle donne naissance le coupement des lignes de force. En d'autres termes, nous pourrons, en combinant ces deux effets, convertir à volonté l'énergie mécanique en énergie électrique, et réciproquement. Ces deux transformations pourront d'ailleurs être produites simultanément, si on a le soin de relier par une paire de fils les deux appareils de conversion.

Dans l'expérience de Faraday, l'introduction de l'aimant dans le circuit entraîne une dépense d'énergie mécanique qui est convertie en énergie électrique sous forme d'un courant qui circule dans le circuit sous une différence de potentiel très faible, il est vrai, dans ce cas.

Dans le cas de l'expérience d'Œrsted, cette énergie électrique subit à son tour une nouvelle transformation et redevient l'énergie mécanique qui produit la déviation de l'aiguille aimantée. Naturellement, ces transformations ne portent que sur des forces extrêmement faibles; mais on conçoit que les mêmes principes puissent permettre d'effectuer l'opération avec des forces industrielles.

Avant de vous montrer comment on y parvient, je vous dois encore l'explication d'une expression dont je me suis servi dans l'exposé des principes fondamentaux. J'ai dit qu'il fallait pour la transmission électrique de l'énergie un circuit fermé et un aimant (ou son équivalent). L'équivalent d'un aimant, c'est, vous le savez, une bobine traversée par un courant. Cette bobine, substituée à l'aimant, produira les mêmes effets d'induction. Dans la pratique, on ne se sert ni d'un aimant ni d'une bobine seulement, mais d'une bobine avec noyau en fer constituant ce qu'on appelle un électro-aimant.

Vous savez que, d'après notre conception moderne des champs magnétiques, un certain nombre de lignes de force émanent de chacun des pôles d'un aimant. Lorsque nous faisons mouvoir un aimant devant une bobine, les spires des fils de celle-ci coupent ces lignes de force, ce qui donne naissance à une force électromotrice d'autant plus intense que le mouvement est plus rapide et que, par conséquent, un plus grand nombre de lignes de force se trouvent coupées dans l'unité de temps par chaque spire. Il est clair que plus la bobine comportera de spires, et plus la force électromotrice produite sera grande, puisque les forces électromotrices dues à chaque spire s'ajoutent. On peut de même se rendre compte aisément par l'expérience que la force électromotrice augmentera aussi avec la puissance de l'aimant, de sorte que, finalement, la force électromotrice est proportionnelle au produit de ces trois facteurs : intensité du champ inducteur, vitesse avec laquelle sont coupées les lignes de force et longueur du conducteur. Si nous désignons respectivement ces trois éléments par les lettres H, v et l, nous aurons pour la force électromotrice en unités CGS l'expression $H \times v \times l$, ou, comme on sait que cent millions d'unités CGS équivalent à 1 volt, pour valeur de la force électromotrice en volts

$$\text{Volts} = H \times v \times l \times 10^{-8}$$

formule dans laquelle H est évalué en lignes par centimètre carré, v et l en centimètres.

D'après la même théorie, l'énergie mécanique engendrée par le rapprochement d'un pôle magnétique et d'un conducteur est due à ce que le conducteur coupe les lignes de force issues du pôle. L'énergie engendrée évaluée en dynes aurait pour expression $H \times i \times l$, i représentant l'intensité du courant. Mais 981 000 dynes représentent une force de 1 kg et l'unité CGS de courant vaut 10 ampères; l'énergie due au courant de i ampères aura donc pour valeur

$$\text{Kilogrammes} = \frac{H \times i \times l}{9\,810\,000}$$

Telles sont les deux formules fondamentales pour l'établissement d'un projet de transmission électrique d'énergie.

Voyons maintenant comment nous procèderons. A la station génératrice, il nous faut un conducteur coupant des lignes de force. Ce conducteur sera relié par des fils à un autre conducteur semblable, placé à la station centrale, en travers de lignes de force de manière à déterminer la production d'énergie mécanique chaque fois qu'il sera traversé par un courant. La figure 1 représente le dispositif. Les lignes R

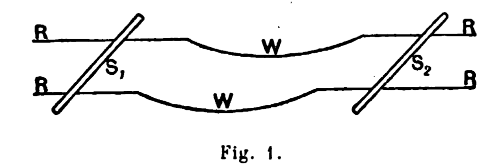


Fig. 1.

sont des rails fixes horizontaux et parallèles, en travers desquels sont deux barres mobiles S_1S_2. Imaginons que des lignes de force passent verticalement entre les rails R R. Le déplacement de la barre S_1 développera dans ce curseur une force électromotrice et donnera naissance à un courant qui sera transmis par les fils W et les

rails à la seconde barre S_2 ; celle-ci se trouvera attirée de telle sorte que le travail mécanique produit sur la barre S_1 se trouvera transmis — au moins en partie — à la station réceptrice. Il serait facile de réaliser l'expérience, toute théorique d'ailleurs, en se servant d'une voie ferrée quelconque et en faisant traîner l'une des deux barres mobiles par un train. La composante verticale du magnétisme terrestre fournissant les lignes de force verticales entre les rails, nous pourrions de la sorte provoquer le déplacement d'une autre barre de fer placée en travers des rails, sur un autre point de la voie, à plusieurs kilomètres de distance. Mais si cette disposition donne une idée théorique assez exacte des faits, je n'ai pas besoin de dire qu'elle n'est absolument pas pratique. En appliquant la formule que j'indiquais tout à l'heure pour calculer l'énergie ainsi transmise, on voit que, en supposant même la barre génératrice traînée à la vitesse des trains express, l'énergie électrique mise en jeu n'excèderait pas la millième partie d'un volt, parce que le magnétisme terrestre est excessivement faible.

Si nous nous servons d'un aimant artificiel de la force de ceux généralement employés dans les dynamos — c'est-à-dire 10 000 fois plus fort que la composante verticale du magnétisme terrestre — nous arriverions à produire 10 volts. Mais il est clair qu'alors les rails ne peuvent plus servir pour la transmission ; qu'il faut modifier nos dispositions et y substituer par exemple celles indiquées (fig. 2), où l'un des

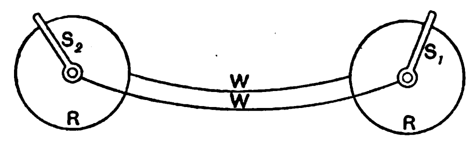


Fig. 2.

rails est remplacé par un contact situé au centre du conducteur circulaire qui tient lieu du second rail. Les barres, au lieu de se déplacer parallèlement à elles-mêmes, tournent autour du contact central, mouvement facile à réaliser avec une courroie et une poulie. Ainsi qu'on le voit, cette disposition est celle désignée sous le nom de dynamo non polaire. Mais elle n'est encore d'aucune valeur pratique pour la transmission de l'énergie parce qu'elle ne donne encore que des forces électromotrices peu considérables, dépassant à peine quelques volts, alors que c'est sur des centaines et même des milliers de volts qu'il faut opérer.

L'artifice qui se présente tout naturellement à l'esprit pour remédier à cette insuffisance, c'est de se servir de plusieurs barres en ayant le soin de les relier entre elles, de telle sorte que les forces électromotrices auxquelles elles donnent naissance s'ajoutent ; nous arrivons ainsi à la dynamo ordinaire à courant continu enroulée pour tension élevée.

La figure 3 représente cette disposition. G_1 est la génératrice et G_2 la réceptrice. Les balais des deux dynamos étant reliés, comme l'indique la figure, si on fait tourner l'armature de

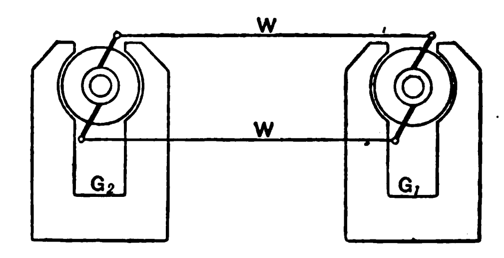


Fig. 3.

la génératrice, on donnera naissance à un courant qui gagnera, par les fils W, W, la dynamo réceptrice et exercera sur celle-ci une action mécanique tendant à déterminer la rotation et à produire du travail. Les deux dynamos que vous avez sous les yeux vont me permettre de vous montrer expérimentalement cette transmission.

Machines employées pour la transmission de l'énergie

Toute installation pour le transport électrique de l'énergie comporte donc une dynamo à chaque extrémité de la ligne : d'une part la dynamo génératrice, d'autre part la dynamo réceptrice. Ces deux machines sont reliées par deux fils isolés l'un de l'autre et de la terre. Ici, pour la commodité de l'expérience, je place la génératrice et la réceptrice près l'une de l'autre ; mais vous concevez fort bien que ce rapprochement n'est nullement une condition essentielle. Le moteur pourrait être placé dans une autre pièce, dans un autre quartier de Londres, que l'expérience réussirait absolument de même à la condition, bien entendu, d'employer des conducteurs suffisamment gros et bien isolés.

Vous n'attendez pas de moi la description détaillée d'une dynamo que comporterait cependant l'examen complet de la question qui nous occupe. Le temps me ferait défaut, et d'ailleurs vous connaissez tous ces machines. Je me bornerai donc à mettre sous vos yeux les quelques formules qui suivent et qui, je suppose, vous sont suffisamment familières pour que je n'aie pas à vous en donner la démonstration.

$$\text{Volts} = H \times v \times l \times 10^{-8}$$

$$\text{Kilogrammes} = \frac{H \times i \times l}{9\,810\,000}.$$

I, courant total à travers l'armature.

i, courant à travers un seul conducteur de l'armature.
e_a force électromotrice dans l'armature, en volts.
τ nombre de conducteurs actifs comptés sur l'armature.
p, nombre de paires de pôles ($p = 1$ pour les machines bi-polaires).
n, vitesse de révolution en tours par minute.
F Induction totale en lignes CGS.

FORCE ÉLECTROMOTRICE :

$e_a = F\tau \frac{n}{60} 10^{-8}$ pour machines bi-polaires.

$e_a = pF\tau \frac{n}{60} 10^{-8}$ pour machines multipolaires avec armatures enroulées en série.

TORQUE :

Kilogrammètres $= 1{,}615 F\tau i 10^{-12}$ pour machines bi-polaires.

Kilogrammètres $= 3{,}23 F\tau i p 10^{-10}$ pour machines multipolaires.

L'examen de ces formules révèle de curieuses analogies. Les symboles de l'intensité du champ d'induction et du nombre de fils actifs de l'armature se retrouvent dans les deux séries de formules ; mais celui de l'intensité ne se trouve que dans les formules donnant le torque, et le symbole de la vitesse seulement dans les formules pour la force électromotrice. Si maintenant nous multiplions les deux termes d'une des formules donnant le torque par la vitesse, nous aurons dans le premier nombre l'énergie mécanique et dans le second le produit de la force électromotrice par l'intensité et une constante, ou, autrement dit, l'énergie électrique. Il est facile de voir, en effectuant les calculs, que l'énergie mécanique exprimée en chevaux-vapeur est égale au nombre de watts divisé par 746, le coefficient bien connu pour la conversion de l'énergie mécanique en énergie électrique.

Les formules s'appliquent également aux armatures cylindriques à enroulement Gramme et aux armatures en tambour, à la condition de faire entrer en ligne de compte non pas le nombre de spires du fil, mais les conducteurs actifs sur toute la circonférence de l'armature. Pour les machines bipolaires, les formules données plus haut sont celles que l'on trouve dans tous les traités sur les dynamos ; mais, pour les machines multipolaires, une petite explication est nécessaire sur le mode d'enroulement et sur l'avantage que peut procurer l'usage de plus de deux pôles. Pour fixer les idées, raisonnons d'abord sur la méthode ordinaire d'enroulement sur armature en tambour pour dynamo bipolaire.

Dans leurs traités, les auteurs ont généralement le soin, quand ils représentent ce mode d'enroulement, de ne faire voir qu'un très petit nombre de conducteurs, pour cette simple raison qu'autrement la figure ne serait plus qu'un réseau incompréhensible de lignes. Pour éviter cette difficulté, je subtituerai un tableau numérique à la représentation graphique ordinairement employée. Le tableau ci-après s'applique à l'enroulement d'une armature en tambour ayant 100 conducteurs actifs.

Les indications placées en tête en tête des colonnes verticales sont relatives au sens de l'enroulement. On suppose que celui qui enroule regarde l'extrémité de l'armature. La lettre D signifie un fil enroulé vers le bas ou en s'éloignant, et la lettre U un fil enroulé vers le haut ou en se rapprochant de celui qui enroule. Les lettres F et B, intercalées entre les précédentes, indiquent respectivement les connexions antérieures et postérieures. Dans les machines modernes, ces connexions sont faites non avec du fil flexible, mais au moyen de pièces séparées faites à la demande et dont la section est généralement supérieure à celle du conducteur, de manière à réduire la résistance de l'armature autant que possible.

ENROULEMENT EN TAMBOUR

F | B | F | B | F | B | F | B | F | B | F

D	U	D	U	D	U	D	U	D	U
100	49 —	98	47	96	45	94	43	92	41
90	39	88	37	86	35	84	33	82	31
80	29	78	27	76	25	74	23	72	21
70	19	68	17	66	15	64	13	62	11
60	9	58	7	56	5	54	3	52	1
50	99 +	48	97	46	95	44	93	42	91
40	89	38	87	36	85	34	83	32	81
30	79	28	77	26	75	24	73	22	71
20	69	18	67	16	65	14	63	12	61
10	59	8	57	6	55	4	53	2	51
100	49 —	98							

En vous reportant au tableau, vous verrez que chaque fil est numéroté, ce qui permet de se rendre compte tout de suite des connexions de chacun d'eux. Ce tableau se rapporte à une machine bipolaire, le suivant s'appliquant à une machine à huit pôles enroulée de manière à avoir une force électromotrice correspondant au quatre paires de pôles en série. Ce tableau s'explique de lui-même ; mais, pour vous permettre de vous bien rendre compte de l'enroulement sur les machines multipolaires en général, j'ai préparé ici un modèle qui montre quelques-uns des conducteurs d'une armature à six pôles. Cette méthode d'enroulement a été imaginée par MM. Scott et Paris en 1874 ; elle supprime les connexions intérieures, les extrémités des conducteurs étant simplement réunies par des segments spéciaux analogues à ceux dont je vous parlais tout à l'heure, avec cette différence pourtant que chaque segment n'embrasse, dans ce cas, qu'un sixième de cercle. L'enroulement va pour ainsi dire en zig-zags autour de l'armature revenant au second fil, en face ou derrière le point de départ du précédent. Il suffit de deux balais.

TABLE DE BOBINAGE POUR ARMATURE TAMBOUR A 8 POLES ; 202 CONDUCTEURS ; ENROULEMENT EN SÉRIE ; BALAIS A 135°

F | B | F | B | F | B | F | B | F

D	U	D	U	D	U	D	U
202	25	50	75	100	125	150	175
200	23	48	73	98	123	148	173
198	21	46	71	96	121	146	171
196	19	— 44	69	94	119	144	169
194	17	42	67	92	117	142	167
192	15	40	65	90	115	140	165
190	13	38	63	88	113	138	163
188	11	36	61	86	111	136	161
186	9	34	59	84	109	134	159
184	7	32	57	82	107	132	157
182	5	30	55	80	105	130	155
180	3	28	53	78	103	128	153
178	1	26	51	76	101	126	151
176	201	24	49	74	99	124	149
174	199	22	47	72	97	122	147
172	197	20	45	70	95	+ 120	145
170	195	18	43	68	93	118	143
168	193	16	41	66	91	116	141
166	191	14	39	64	89	114	139
164	189	12	37	62	87	112	137
162	187	10	35	60	85	110	135
160	185	8	33	58	83	108	133
158	183	6	31	56	81	106	131
156	181	4	29	54	79	104	129
154	179	2	27	52	77	102	127
152	177	202					

Le tableau montre très clairement comment la force électromotrice augmente de fil en fil et fait voir que la différence de potentiel la plus grande se produit entre deux fils voisins du diamètre de commutation. Ce mode d'enroulement est employé pour les machines destinées à donner des courants à haute tension nécessaires pour la transmission de l'énergie. Pour avoir au contraire des courants à basse tension et grande intensité, on modifie l'enroulement de manière à avoir *des boucles recouvrantes* sur l'armature. Des combinaisons des deux méthodes peuvent du reste servir à obtenir des forces électromotrices intermédiaires. Mais comme ces enroulements ne servent pas dans le cas de transmission de force, je ne m'y arrêterai pas.

J'arrive aux avantages des machines multipolaires. L'inducteur se trouve réparti d'une façon parfaitement symétrique autour de l'armature, de sorte que l'attraction magnétique unilatérale qui se produit avec une simple paire d'aimants en fer à cheval est évitée. Il y a très peu de perte magnétique, la machine étant, comme on sait, comme blindée. Enfin, je vous l'ai déjà montré, la force électromotrice est équivalente à celle de plusieurs machines plus petites couplées en série. Le diamètre intérieur de l'armature est très grand, ce qui favorise la ventilation, et le poids de la machine est moindre que celui d'une machine bipolaire équivalente. Mais l'avantage principal réside dans la faible réaction de l'armature. L'expérience a montré que, pour les grandes machines bipolaires, il existe une limite de grandeur au-dessus de laquelle ces machines cessent de donner des résultats satisfaisants. Cette limite dépend, bien entendu, de la vitesse et du voltage, ainsi que du débit; mais, *grosso modo*, on peut admettre que, pour des voltages modérément élevés, la machine multipolaire est préférable au-dessus de 100 chevaux, et, en fait, ce sont ces machines qui sont employées pour la transmission de l'énergie.

Jusqu'ici je n'ai pas fait de différence entre les machines motrices et les machines génératrices. Cette différence est à peu près négligeable. Il y a bien certains effets secondaires qui peuvent être un peu plus marqués dans l'une des machines que dans l autre, mais cela est de si mince importance qu'il n'est pas utile de s'y arrêter. En principe, une bonne génératrice fera un bon moteur. Tout ce que nous aurons à faire pour opérer la substitution, ce sera de placer les balais un peu en avant de la ligne neutre dans le premier cas, et, au contraire, un peu en arrière dans le second.

Quelles seront maintenant les conditions que nous devrons nous efforcer de réaliser pour l'établissement d'une transmission de force. A la station génératrice, nous devrons avoir une force électromotrice aussi grande que possible, afin de réduire la perte due à la résistance de la ligne. A la station réceptrice, nous devrons chercher à avoir un effort statique, aussi grand que possible, combiné avec une certaine vitesse. Mais l'examen des formules montre qu'il est impossible d'augmenter la vitesse sans augmenter aussi la force électromotrice qui, dans le moteur, est opposée au courant, de telle sorte que le courant, circulant dans la réceptrice, n'est dû qu'à la différence entre la force électromotrice de la génératrice et celle contraire du moteur. Le quotient de cette différence par la résistance totale du circuit donne l'intensité du courant.

L'énergie électrique développée dans la génératrice est le produit de cette intensité et de la force électromotrice dans son armature; l'énergie électrique convertie par la réceptrice est le produit de la même intensité par la force électromotrice contraire de son armature. Il en résulte que le rendement électrique du système sera exprimé par le rapport entre les forces électromotrices de la génératrice et de la réceptrice. Plus ces forces électromotrices se rapprocheront de l'égalité, c'est-à-dire moins il y aura de force électromotrice perdue sur la ligne et plus le rendement sera élevé. Or il est évident que la perte sur la ligne sera d'autant moindre que l'intensité du courant sera plus faible, et comme pour transmettre l'énergie électrique de faible intensité, il faut employer des tensions élevées, on voit qu'au seul point de vue du rendement électrique, les hautes tensions doivent être pré-

férées. Mais d'autres facteurs interviennent qui font que, dans chaque cas particulier, il y a un voltage plus avantageux que les autres.

Avant d'aller plus loin, je présenterai quelques considérations sur une question essentielle, celle de la régulation. Le moteur le plus parfait et du rendement le plus élevé resterait sans usage si nous ne pouvions contrôler sa vitesse et régulariser le débit d'énergie à l'extrémité réceptrice de la ligne. Fort heureusement, l'électricité se prête aisément à ce contrôle, et je vais vous montrer comment on le réalise.

Ce que l'on désire obtenir dans la pratique, c'est une vitesse constante du moteur quelle que soit l'énergie qui lui est demandée. C'est la même condition qu'on s'efforce aussi de réaliser dans les machines à vapeur ou autres moteurs. La construction du moteur, devant satisfaire à cette condition, dépendra naturellement des circonstances et nous pourrions imaginer un grand nombre de cas. Mais je n'en considérerai que deux, qui répondent à la pratique courante : celui dans lequel le moteur reçoit un courant à tension constante, comme ceux que donnent ou pourraient donner des conducteurs reliés à une station centrale d'éclairage, et celui où le courant est fourni, à tension constante ou variable par une génératrice spéciale avec régulation automatique. Ce dernier cas est est celui le plus fréquent pour les transmissions à grande distance de grandes quantités d'énergie.

Le premier cas s'applique plutôt à la distribution à courtes distances de petites portions de l'énergie produite par une station centrale.

Examinons d'abord ce cas. Nous sommes en présence des conditions suivantes : tension

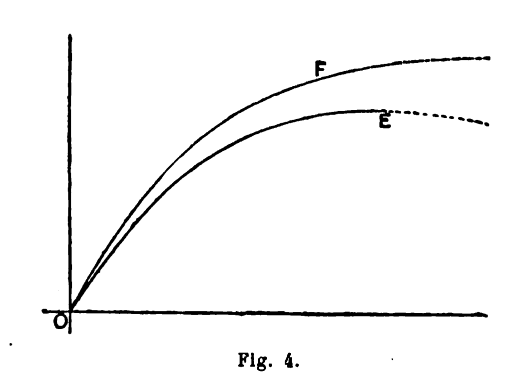


Fig. 4.

constante aux bornes du moteur, courant d'intensité variable selon la demande d'énergie. Supposons (fig. 4) que la courbe F représente la caractéristique d'un électromoteur, c'est-à-dire une courbe obtenue en prenant pour abcisses les ampères-tours de l'énergie excitante et pour ordonnées l'intensité totale du champ d'induction (désigné par F dans les formules). Si le moteur est enroulé en série, plus l'intensité du courant sera grande et plus le champ d'induction sera fort. Or, si nous nous reportons à la formule qui donne la force électromotrice, nous voyons que, la vitesse restant constante, la force contre-électromotrice augmente proportionnellement à l'intensité du champ d'induction. Mais cette force contre-électromotrice doit toujours être inférieure à la force électromotrice du courant d'alimentation, précisément de la quantité nécessaire pour vaincre la résistance du circuit à travers le moteur, de sorte que cet écart est aussi proportionnel au courant. Pour satisfaire aux conditions d'alimentation, la force contre-électromotrice du moteur devra donc décroître légèrement lorsque la charge et, avec elle, le courant augmenteront, tandis que le courant augmentera alors que la vitesse restera constante. On le voit, c'est précisément le contraire de ce qu'exige le moteur. Supposons que la machine marche à une certaine vitesse et fournisse une certaine quantité de travail. Si nous augmentons la charge, la vitesse va décroître légèrement et le courant augmenter. Il en résultera un renforcement du champ et une nouvelle exagération de la force contre-électromotrice entraînant à son tour une nouvelle réduction de vitesse. Ces faits se poursuivront jusqu'à ce que la machine soit arrivée à un régime stable caractérisé par un courant plus fort et une vitesse réduite. Si nous enlevons la charge, les mêmes faits se reproduiront, mais en sens inverse, et la vitesse pourra atteindre des valeurs dangereuses.

Tout ceci ne s'applique naturellement qu'au cas où la machine travaille sur la partie de la caractéristique E, où la force électromotrice augmente, partie qui sera choisie si l'on veut avoir des conditions économiques. Mais, en surexcitant les inducteurs, c'est-à-dire en employant une plus grande quantité de fil qu'il n'est nécessaire, nous pourrons faire travailler la machine sur la partie décroissante de la caractéristique indiquée en ligne ponctuée sur le diagramme, et obtenir approximativement une vitesse constante entre certaines limites ; toutefois la machine pourra encore s'affoler. Ainsi les moteurs à enroulement en série ne conviennent pas au transport de la force dans les conditions que nous avons admises.

Voyons maintenant si le moteur à excitation en dérivation ne donnera pas de meilleurs résultats. Avec cette disposition, le champ inducteur ne dépend plus du courant traversant l'armature, comme dans le cas de l'excitation en série, mais seulement de la tension aux bornes, autrement dit, quelle que soit l'intensité qu'exige l'armature, le courant nécessaire peut être fourni par la source sans affecter le champ excitateur qui n'est influencé que par les variations de tension aux bornes. Pourtant si elle n'a pas d'influence directe, l'intensité du courant agit indirectement, par suite d'un effet secondaire appelé « réaction de l'armature », dont je vous dirai

quelques mots tout à l'heure. Négligeons cet effet pour l'instant et supposons que la courbe F représente exactement l'intensité du champ inducteur en fonction de la tension aux bornes. Dans les machines avec inducteurs en fer forgé, la première partie de la courbe est à peu près une ligne droite et par suite, dans cette région, le champ inducteur est sensiblement directement proportionnel à la force électromotrice. Pour employer le moteur dans cette partie de la courbe, il suffira donc de lui fournir un courant à une tension sensiblement inférieure à celle pour laquelle il a été construit. Dans les bonnes machines, la résistance de l'armature est faible, de sorte que la perte de voltage de ce chef est peu élevée, même lorsque le courant maximum circule à travers l'armature. Si donc nous faisons travailler le moteur à une tension réduite, la perte due à l'armature sera à peu près négligeable, c'est à dire que la force contre-électromotrice sera à peu près égale à la force électromotrice. Si maintenant nous nous reportons à la formule donnée pour la force électromotrice, nous trouvons dans le premier membre une valeur à peu près égale à la force électromotrice fournie et dans le second membre une constante multipliée par le produit, champ inducteur par vitesse. Mais dans les conditions spéciales que nous avons admises, l'intensité du champ est proportionnelle à la force électromotrice du courant générateur, de sorte que nous pouvons supprimer cette quantité dans les deux membres de l'équation, et arriver finalement à ce résultat que le produit de la vitesse par une constante est égal à l'unité. Ceci s'applique, bien entendu, à toute la partie rectiligne de la courbe, dans laquelle la vitesse a une valeur définie indépendante de la force électromotrice. C'est là un résultat très remarquable. En nous servant d'un moteur à excitation en dérivation à une tension inférieure à celle pour laquelle il a été établi, nous pouvons faire varier la tension entre certaines limites sans en altérer ni la vitesse ni la force fournie.

Mais le moteur doit évidemment être proportionné au travail qu'il doit fournir, de sorte que, pratiquement, l'utilisation de cette remarquable propriété est limitée. Du reste ceux qui se servent d'une machine sont plutôt portés à lui demander plus que ce qu'elle peut fournir qu'à se contenter d'un débit inférieur à celui pour lequel elle a été établie. Voyons donc ce qui se passera à l'égard de la vitesse et du réglage dans le cas où la machine travaillera en dehors des limites pour lesquelles elle était destinée. La vitesse d'abord. Supposons que la machine travaille à une certaine vitesse donnant une quantité d'énergie définie, comment ferons-nous pour augmenter la vitesse? La formule de la force électromotrice nous le dit. Intensité du champ inducteur et vitesse se trouvant dans le même membre de cette équation, l'un peut être augmenté aux dépens de l'autre. Si nous voulons faire tourner notre machine plus vite, il nous faudra affaiblir le champ inducteur; nous le renforcerons au contraire si nous voulons une rotation moins rapide. Le moyen le plus commode pour produire ces variations du champ inducteur consiste dans l'emploi d'une résistance variable sur le circuit des inducteurs. La machine en dérivation que vous avez sous les yeux comporte une résistance de ce genre et vous voyez qu'elle me permet de régler la vitesse à volonté.

Dans cette expérience j'agis à la fois sur la vitesse et sur l'énergie, parce qu'en activant la rotation nous obtenons un courant plus intense de la seconde machine et une lumière plus brillante de la lampe qu'elle alimente. Voyons maintenant s'il ne serait pas possible de faire varier la puissance, tout en maintenant la vitesse constante. Si l'on réfléchit que la dynamo est une machine réversible et que l'on établisse un parallèle entre une dynamo en dérivation et un moteur en dérivation, on verra qu'il n'y a là aucune difficulté. Le fait qu'un moteur à excitation en dérivation est une machine à peu près à self-régulation a été mise en lumière pour la première fois par M. Mordey, dans un article publié en janvier 1886 dans le *Philosophical Magazine*. M. Mordey raisonnait ainsi qu'il suit : Nous savons que, si elle tourne à une vitesse constante, une dynamo à dérivation donnera une tension aux bornes à peu près constante, quelles que soient les variations d'intensité du courant. Par conséquent, un moteur à excitation en dérivation, s'il est actionné par un courant à tension constante, devra tourner avec une vitesse à peu près constante quelles que soient les variations de la charge. Ce raisonnement théorique fut d'ailleurs confirmé expérimentalement.

Dans une série d'expériences, le courant étant maintenu à 140 volts et la charge du moteur ayant varié de 1,8 à 16,3 chevaux-vapeur, la vitesse ne varia que de 3 0/0. Un résultat analogue fut obtenu avec la même machine actionnée par un courant à 100 volts. M. Mordey constata que la réaction d'armature était négligeable. Mais il fut aisé de se rendre compte que, dût même cette réaction être sensible, on peut encore obtenir une bonne régulation, pourvu qu'on prenne soin d'avoir dans le circuit de l'armature une résistance telle que la perte de tension due à la résistance soit à peu près égale à celle due à la réaction d'armature.

(*à suivre.*) L. F.

CORRESPONDANCE

Paris, le 22 novembre 1891.

*A Monsieur le Directeur de l'*Électricien, Paris.

MONSIEUR LE DIRECTEUR,

Une publication ayant pour titre l'*Industrie moderne*, consacre spécialement à l'électricité une de ses éditions hebdomadaires et s'adresse aux électriciens et amateurs pour obtenir des abonnements et des annonces.

Cette Revue est simplement un prospectus, et je désire faire connaître que ma bonne foi a été surprise lorsque je lui ai donné à publier ma série de prix. Je n'ai plus et ne veux plus avoir aucun rapport avec avec l'*Industrie moderne*.

Je vous serais reconnaissant d'insérer cette lettre dans votre prochain numéro.

Veuillez agréer, etc.

E. PACORET.

Ingénieur électricien, 16, rue Saussure.

RENSEIGNEMENTS UTILES

Arrêté du préfet de la Seine relatif à l'établissement des canalisations électriques

Le Préfet de la Seine,

Vu le rapport, en date du 8 avril 1891, dans lequel M. le directeur de la Voie publique et des Promenades a signalé les divers accidents survenus sur la voie publique et pouvant être attribués à l'électricité, et proposé la nomination d'une commission chargée d'étudier les mesures à prendre en vue d'en prévenir le retour;

Vu la lettre, en date du 16 avril 1891, qui a constitué ladite commission ;

Vu les résolutions adoptées par cette commission, dans sa séance du 2 juin 1891 ;

Attendu que, s'il appartient au Préfet de Police de veiller au bon établissement et entretien des installations électriques à l'intérieur des immeubles, c'est au Préfet de la Seine qu'incombe le soin de prévenir les dangers présentés par les canalisations électriques sur la voie publique et jusqu'à l'entrée des immeubles particuliers;

Sur l'avis du directeur des Travaux,

Arrête :

Conducteurs électriques placés dans une enveloppe métallique. Article premier. — Dans tous les cas où les conducteurs électriques seront placés dans une enveloppe métallique, ils devront être isolés avec le même soin que s'ils étaient placés directement dans le sol.

Voisinage d'autres canalisations. — Art. 2. — Dans tous les cas où les conducteurs électriques passeront à moins de cinquante centimètres (0,50 m.) d'une masse métallique ou d'une canalisation bonne conductrice de l'électricité (eau, gaz, air comprimé, etc.), le permissionnaire devra prendre des mesures spéciales d'isolement pour toute la partie de ces conducteurs placée dans cette situation.

Regards. Art. 3. — Les regards établis par un permissionnaire pour le service des conducteurs électriques ne pourront renfermer ni tuyau de gaz, d'eau, d'air comprimé, etc., ni conducteurs électriques appartenant à un autre permissionnaire.

Ces regards devront être disposés de manière à pouvoir être ventilés.

Branchement d'électricité. Art. 4. — Tous les branchements d'électricité seront constitués par des conducteurs isolés. Ces conducteurs seront protégés mécaniquement d'une manière suffisante, soit par l'armature même du câble conducteur, soit par des caniveaux.

A leur entrée dans les immeubles, les branchements devront être disposés de manière à ce que leur pénétration ne laisse aucun vide dans les murs.

Canalisations rencontrées dans l'exécution des travaux. Art. 5. — Lorsque le permissionnaire, dans l'exécution des travaux, rencontrera des canalisations d'une nature quelconque (électricité, eau, gaz, air comprimé, etc.), il devra avertir immédiatement les propriétaires ou concessionnaires de ces canalisations (Compagnie parisienne du gaz, Compagnie générale des eaux, etc.)

A cet effet, il sera adressé auxdits propriétaires ou concessionnaires une déclaration dûment signée et conforme à un modèle approuvé par l'administration. Des duplicata de ces signalements seront adressés à l'ingénieur chargé du service de la Voie publique.

Vérification de l'état de la canalisation pendant la période d'exploitation. Art. 6. — Le permissionnaire sera tenu de vérifier l'état électrique de son réseau, de manière que toutes les parties en soient visitées au moins une fois par an.

Le permissionnaire avisera préalablement l'Administration des époques choisies pour les différentes opérations.

Les résultats des vérifications seront consignés sur un registre dont le modèle devra être soumis à l'Administration et qui devra être présenté à toute réquisition.

Art. 7. — L'Inspecteur général directeur des Travaux de Paris est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Fait à Paris, le 30 Juillet 1891.

POUBELLE.



CHRONIQUE

L'éclairage électrique au Conseil municipal de Paris. *L'éclairage des abattoirs.* — La Chambre syndicale des commissionnaires en bestiaux a remis au président du Conseil la pétition suivante:

« Monsieur le Président,

« Nous avons appris que la Ville de Paris étudiait, en ce moment, le système de l'éclairage à l'électricité entre le pont de Crimée et les fortifications le long du canal, dont une partie coupe par le milieu l'établissement des abattoirs et le marché aux bestiaux.

« Comme il s'est déjà produit de nombreuses plaintes au sujet de l'éclairage absolument défectueux de ces deux établissements et que diverses demandes tendant à l'éclairage par la lumière électrique ont été formulées par des conseillers municipaux, ne serait-il pas possible, monsieur le Président, de les faire bénéficier l'un et l'autre de la mesure qui va être appliquée sur les quais du canal?

« Nous vous soumettons ce vœu sous forme de pétition et nous sommes persuadés, monsieur le Président, que vous voudrez bien en saisir le Conseil municipal de la Ville de Paris et l'appuyer de votre haute influence auprès de vos collègues.

« Dans cet espoir, nous vous prions d'agréer, monsieur le Président, l'assurance de nos sentiments de respectueuse considération. »

(Suivent les signatures).

Si vous le voulez bien? Messieurs, cette pétition sera renvoyée à la 2e Commission, qui s'entendra avec la 3e Commission. (Assentiment.)

Le renvoi à la 2e Commission est prononcé.

Pétition. — M. Victor Popp a demandé au Conseil municipal l'autorisation d'établir des canalisations électriques dans les rues Dupuis, D'Antin et Croix-des-Petits-Champs.

Dans la séance du 26 octobre dernier a eu lieu la discussion suivante :

M. Cochin au nom de la 3e Commission. — Messieurs, l'Administration nous soumet deux projets relatifs à l'usine des Halles, dont vous connaissez le déplorable état sanitaire.

Ces projets consistent dans la construction d'une loge de concierge sur la rue Vauvilliers et dans l'installation d'un puissant ventilateur assurant le renouvellement de l'air à raison de quinze m^3 par heure. La dépense totale serait de 31 911 fr., dont 14 960 fr., pour la loge du concierge.

En ce qui concerne le ventilateur, la Commission est d'avis d'adopter les propositions de l'Administration.

Quant à la loge du concierge, nous n'en voyons pas la nécessité. Une loge de ce genre suppose un concierge; or, on s'en est passé jusqu'à présent. Il serait dangereux d'aller au-devant d'une demande inévitable de crédit pour le paiement d'un nouvel agent dont l'utilité n'est nullement démontrée.

M. le Sous-Directeur des travaux. — Je prie le Conseil de vouloir bien voter intégralement nos propositions.

Certes, la première chose à faire, c'est la construction du ventilateur.

Mais, d'autre part, il ne faut pas laisser l'usine accessible à tout venant et perpétuer l'absence de tout contrôle sur les sorties.

Pour assurer la sécurité de cet établissement et la conservation de notre matériel, il est nécessaire d'établir une loge de concierge.

En outre, nous avons actuellement un conducteur chargé de la surveillance, obligé de passer la journée entière dans l'usine et installé tout au fond de cet établissement, où il n'est éclairé que par une lumière artificielle. En installant ce conducteur près de la rue Vauvilliers, à l'entrée de l'usine, l'Administration pense lui assurer une installation hygiénique.

M. Charles Péan. — Alors, vous ne nommerez pas de concierge? (Bruit.)

M. le Sous-Directeur des travaux. — Il est indispensable de constituer un gardien à l'usine d'électricité.

C'est une dépense de sécurité et, comme je viens de l'entendre dire par M. Patenne, une mesure d'humanité !

M. Patenne. — Mon observation ne porte que sur les mesures d'assainissement proposées. Nous avons pu constater, mon collègue M. Lyon-Alemand et moi, une température de 40° dans l'usine et une atmosphère entièrement insalubre.

M. le Sous-Directeur des travaux. — En ce moment, on entre comme l'on veut dans l'usine, et des accidents peuvent se produire. J'insiste sur la nécessité de placer le conducteur chargé de la surveillance dans des conditions convenables d'hygiène et d'installation. L'importance de la mesure que nous proposons n'échappera pas au Conseil.

M. Lyon-Alemand. — Quand le rapport est venu à la 3e Commission, il ne s'agissait que de la construction d'une loge de concierge et non de l'installation du surveillant.

A ce dernier projet, nous donnons notre adhésion ; il est indispensable de transformer le bureau actuel du conducteur et de lui assurer de l'air et de la lumière.

Mais dans quelle limite le crédit de 14 000 fr. sera-t-il affecté à cette opération ?

Si la presque totalité ne sert qu'à la construction d'une loge de concierge, nous refusons de le voter. Il importe que l'Administration nous informe par un mémoire de ce qu'elle compte faire à cet égard.

J'ajoute que les mesures d'hygiène demandées en faveur du surveillant doivent être étendues à tous les agents qui travaillent sous ses ordres.

M. le Sous-Directeur des travaux. — Le rapport actuel contient les indications demandées.

M. Cochin, rapporteur. — Je propose que le premier crédit de 16 000 fr., concernant l'amélioration de la ventilation soit d'abord voté, aucune difficulté n'étant soulevée à cet égard.

Le crédit de 16 000 fr. est mis aux voix et adopté

M. Cochin, rapporteur. — En ce qui concerne le crédit de 14 000 fr., l'Administration propose de l'affecter non à l'installation du conducteur, mais à la construction d'une loge de concierge.

Nous consentons à voter des crédits pour des mesures d'humanité à prendre, mais nous estimons que nous n'avons pas à augmenter le personnel de l'usine des Halles.

M. Lyon-Alemand. — J'appuie les conclusions de la Commission, tendant au rejet du crédit affecté à la construction d'une loge de concierge, et je demande que l'administration nous saisisse d'un mémoire relatif au déplacement du bureau du conducteur.

M. Alfred Lamouroux. — Je demande le renvoi du dossier à l'Administration pour qu'elle nous apporte des explications complémentaires.

Les conclusions de la Commission sont mises aux voix et adoptées.

QUESTION DE M. MUZET AU SUJET DE LA DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ PAR L'USINE DES HALLES CENTRALES.

M. Muzet. — J'ai à adresser à l'Administration une question concernant également l'usine d'électricité.

Dans le quartier desservi par l'usine, des commerçants demandent des concessions d'électricité, on ne peut faire droit à leurs demandes.

Je désire savoir pourquoi il en est ainsi :

Je précise un fait. Il y a quelque temps, un commerçant habitant rue des Petits-Champs, 53, demandait vingt lampes. On lui répondit qu'on n'en pouvait donner que dix, il les prit. Or, on fait chez lui des travaux d'agencement, il demande naturellement que l'Administration fasse coïncider les travaux d'installation de la lumière électrique avec les travaux entrepris chez lui.

La canalisation électrique est devant la porte de ce commerçant : celui-ci ne peut s'adresser qu'à la Ville de Paris, qui a pris note de sa demande et n'est pas maintenant en mesure de le satisfaire.

Il n'est pas admissible que dans ces conditions l'Administration empêche les compagnies d'électricité de fournir l'éclairage qu'elle est hors d'état d'assurer.

Il faut qu'elle prenne les mesures nécessaires pour livrer l'électricité qu'on lui demande ou permettre aux compagnies de fournir cette électricité ; mais, en attendant, le commerçant dont je parle aura éprouvé un préjudice, parce qu'il ne peut attendre plus longtemps.

M. le Sous-Directeur des travaux. — M. Muzet se trompe lorsqu'il affirme que la Ville s'opposerait à ce que des compagnies fournissent l'électricité dans le secteur de l'usine des Halles.

La Ville, je tiens à lui en donner l'assurance, n'a aucun monopole, et cela est si vrai que, dans le secteur de l'usine municipale, elle est en concurrence avec la société Popp.

Il convient de remarquer que la puissance de l'usine des Halles est limitée et qu'à certaines heures toute la production est absorbée par les abonnements actuels.

A tel point que nous en sommes à nous demander si nous pourrions accepter la fourniture de nouvelles lampes.

Si on nous autorisait à faire l'acquisition d'accumulateurs, nous pourrions augmenter la quantité d'électricité fournie aux heures où le besoin est le plus grand.

Mais, je le répète, l'Administration ne s'est jamais opposée à ce que les compagnies d'électricité livrent l'électricité dans le secteur de l'usine municipale.

M. Muzet. — Je sais que la concurrence existe en principe, mais il n'en est pas moins extraordinaire que la Ville ne puisse livrer l'électricité dans une voie dans laquelle elle a fait une canalisation qui a coûté très cher à établir.

M. le Sous-Directeur des travaux. — La canalisation dessert les abonnés actuels, mais, parce qu'une canalisation existe, on ne peut exiger qu'elle satisfasse à tous les besoins, quels qu'ils soient.

M. Muzet. — Je ne crois pas qu'il y ait place pour une seconde canalisation concurrente à l'emplacement dont il s'agit, car le trottoir y est précisément étroit. Dans ces conditions et comme une solution urgente est indispensable, je dépose la proposition suivante dont je demande le renvoi à la 3e Commission, à laquelle je demande de bien vouloir faire un rapport d'urgence :

« L'Administration est invitée à prendre d'urgence les mesures nécessaires pour fournir l'électricité à ceux qui en demandent, partout où la canalisation de l'usine municipale est établie.

« Signé : MUZET. »

M. le Sous-Directeur des travaux. — Il faudra nous donner les ressources nécessaires pour produire cette électricité.

La proposition de M. Muzet est renvoyée à la 3e Commission.

La gutta-percha. — L'« *Electrical Engineer* de New-York rapporte qu'on vient de découvrir dans la vallée supérieure de l'Orénoque, vers le point où elle est en communication avec le Rio-Negro par le Casicuiari, d'immenses forêts d'arbres qui fournissent des gommes meilleures que celles du Para. Parmi les différentes variétés découvertes, il y aurait des arbres qui, au jugement des connaisseurs, offrent une très grande similitude avec ceux de l'Archipel Malais, si même ils ne sont pas complètement identiques.

Un syndicat du caoutchouc. — En 1883 des spéculateurs avaient eu l'idée de constituer un syndicat du caoutchouc, à l'instar de celui du cuivre. Le résultat fut une augmentation considérable des prix : le para brut tripla. Les américains ayant préféré cesser leurs travaux que d'accepter cette hausse, le syndicat fut obligé de vendre tout son stock.

Depuis cette époque la consommation, rien que pour l'Amérique, s'est élevée de 6 000 à 10 000 tonnes. En conséquence l'initiateur du syndicat de 1883, un M. Vianna, a recommencé ses tentatives. Ses associés et lui ayant réuni une somme de 50 millions de francs, ont acheté trois millions de kilogrammes et fait doubler le prix du caoutchouc. Alléchés par ce succès, ils ont cherché à doubler leur capital et à accaparer la récolte de 1891 et celle de 1892, mais leurs négociations n'ont pas réussi et ils ont été obligés de vendre avec une perte d'environ 12 millions de francs.

La traction électrique à Paris. — La Compagnie des tramways Nord va prochainement inaugurer une nouvelle ligne entre l'Opéra et Saint-Denis. Les voitures seront actionnées par des accumulateurs Laurent Cély fournis par la Société pour le travail électrique des métaux moyennant une redevance de 16 centimes par voiture-kilomètre.

La ligne présente des pentes très accentuées; entre la rue du Faugbourg-Montmartre et la rue Rochechouart la pente atteint 5,5 pour cent.

La traction électrique en Italie. — Des tramways électriques vont être installés à Naples. On va construire également un tramway à La Spezia et on projette d'y appliquer la traction électrique.

BREVETS D'INVENTION

Du 27 septembre au 3 octobre 1891

213946 **Société Montgolfier frères.** — Nouvel isolant des appareils électriques dit : *le parfait isolant* (6 juin 1891).

213966 **Pouget.** — Loch électrique (11 juin 1891).

213973 **Faure.** — Perfectionnements dans l'électrolyse du chlorure d'aluminium (8 juin 1891).

213?5 **Currie.** — Perfectionnements dans les accumulateurs ou piles secondaires (9 juin 1891).

213997 **Capelle.** — Procédé de galvanotypie (9 juin 1891).

214018 **Duck.** — Perfectionnements dans les indicateurs électriques (9 juin 1891).

214053 **Barrey.** — Perfectionnements aux interrupteurs et commutateurs électriques (10 juin 1891).

214064 **Rouby.** — Plaques d'accumulateurs, *genre Faure*, à âme conductrice plane et de faible épaisseur, maintenue entre deux plaques de fibre ou d'ébonite (ou toute autre matière légère et inactive), percées à jour de trous renfermant la matière active et lui servant de support (11 juin 1891).

214070 **Jablochkoff.** — Pile électrique à condensation des vapeurs nitreuses (11 juin 1891).

214072 **Richard.** — Moteur électrique, sans point mort, tournant dans les deux sens (11 juin 1891).

CERTIFICATS D'ADDITION

Du 27 septembre au 3 octobre 1891

212172 **Schneller.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 17 mars 1891, pour perfectionnements aux ozoniseurs ou appareils servant à produire l'ozone pour les applications industrielles (30 mai 1891).

204456 **Hutin et Leblanc.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 19 mars 1890, pour nouvelle machine dynamo électrique réceptrice pour courants alternatifs (2 juin 1891).

212223 **Jeanty.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 20 mars 1891, pour nouvelle disposition à donner aux piles électriques pour toutes applications exigeant une grande énergie et demandant une intensité qui puisse varier suivant les besoins (4 juin 1891).

208090 **De Peichl.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 6 septembre 1890, pour système de boussole marine électrique combinée avec un enregistreur de la route (5 juin 1891).

205546 **Von Hefner Alteneck.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 8 mai 1890, pour disposition d'horloges électriques ayant une commande commune avec des installations d'éclairage électrique ou de transmission de force motrice (8 juin 1891).

206343 **Pieper fils.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 13 juin 1890, pour un électromoteur applicable aux régulateurs électriques (8 juin 1891).

209839 **Cassagnes.** — Cert. d'add. au brevet pris, 15 mai 1891, pour système de synchronisme par électrodiapasons (10 juin 1891).

213501 **Maiche.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 15 mai 1891, pour système de transmetteur microphonique à courant d'air (9 juin 1891).

209937 **Pogneaux.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 6 décembre 1890, pour une pile *Julius Pogneaux* (10 juin 1890).

213760 **Fevrot et Saintoux.** — Cert. d'add. au brevet pris, le 28 mai 1891, pour générateur électrique à courant constant (11 juin 1891),

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

2e Série. — Tome II. N° 49 5 Décembre 1891.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LE CHOIX D'UNE DYNAMO

Toute installation électrique, pour fonctionner régulièrement et économiquement, demande, avant d'être réalisée, une étude attentive et détaillée de tout le matériel à employer. Dans ces conditions, l'établissement d'un projet d'installation exige, de la part de l'électricien qui en est chargé, de nombreuses connaissances pratiques.

Le choix judicieux d'un type de dynamo est un des points les plus importants de cette étude préalable et l'on ne saurait trop porter son attention sur les diverses conditions que la dynamo doit remplir.

Nous trouvons dans un mémoire, publié dernièrement dans le *Journal of the Association of Engineering Societies* par le professeur E.-P. Roberts, l'exposé de diverses considérations qui doivent guider l'électricien dans le choix d'une dynamo, et les nombreuses indications pratiques que renferme son travail nous engagent à le résumer sur certains points et à le compléter sur d'autres.

Pour faire l'examen critique d'une dynamo quelconque, il est indispensable d'étudier chacune de ses parties, tant au point de vue électrique qu'au point de vue mécanique.

Partie mécanique

Au point de vue mécanique, il y a lieu d'examiner successivement le bâti, les coussinets et les organes animés d'un mouvement de rotation.

Bâti. — Le bâti doit être suffisamment rigide et permettre, par sa forme, l'accès facile du commutateur et des balais, soit pour le nettoyage, soit pour le réglage. Il doit être disposé de manière à donner une bonne assiette à la machine et à abaisser, autant que possible, le centre de gravité de la partie mobile (induit ou inducteur selon le genre de dynamo). Il est également nécessaire qu'il permette la réparation facile et rapide de de toutes les parties exposées à une usure constante ou à des efforts mécaniques considérables.

Coussinets. — Les coussinets devront avoir suffisamment de portée, être faciles à remplacer et à lubrifier ; ils doivent être disposés de manière à ce que l'huile ou la graisse puisse être recueillie après usage, afin d'éviter que cette huile ne s'écoule le long de l'arbre ou sur d'autres parties de la machine. Partout ailleurs que dans les coussinets, l'huile ne peut que salir et être une cause de détérioration ; de plus, elle peut, lorsqu'elle a entraîné des poussières métalliques, donner lieu à des dérangements électriques. Il y a du reste économie à recueillir l'huile qui, une fois filtrée dans des appareils spéciaux ou mélangée à de l'huile fraîche, peut être utilisée de nouveau.

Organes mobiles. — La partie mobile de la dynamo (induit ou inducteur) devra être solidement fixée sur l'arbre et de préférence clavetée. L'arbre devra être rigide et l'on n'acceptera jamais un arbre faussé, toute courbure, même légère, ayant pour résultat d'augmenter le frottement dans les coussinets, par suite de les échauffer et quelquefois même de provoquer la rupture. La poulie de la dynamo devra avoir un diamètre tel que la vitesse linéaire de la courroie ait une valeur moyenne, par exemple 15 m. à la seconde. Il est de toute nécessité que la partie mobile ne présente pas de faux rond, et que son centre de gravité soit sur l'axe de l'arbre, sans quoi les trépidations sont inévitables.

La disposition mécanique de la dynamo devra assurer à chacune de ses parties la rigidité nécessaire pour que leurs fonctions électriques puissent s'accomplir régulièrement. Ainsi, par exemple, dans le cas où l'induit doit tourner à une grande vitesse, il est indispensable que les fils de l'enroulement, y compris ceux des connexions, soient solidement maintenus, car il pourrait arriver qu'ils se distendent et même ne s'arrachent à cause de l'effort tangentiel produit par le champ.

Partie électrique

Rendement industriel. — Le rendement industriel d'une dynamo est donné par le rapport qui existe entre l'énergie électrique qu'elle fournit et l'énergie mécanique qu'elle absorbe.

L'énergie mécanique absorbée est facilement déterminée à l'aide d'un dynamomètre de transmission placé entre le moteur et la dynamo. Pour évaluer l'énergie électrique produite, il suffit de déterminer : 1° la différence de potentiel dans le circuit extérieur à l'aide d'un voltmètre ; 2° l'intensité du courant dans ce même circuit à l'aide d'un ampèremètre. Les deux valeurs ainsi obtenues, multipliées l'une par l'autre donnent, en watts, la quantité d'énergie électrique fournie ; le produit obtenu divisé par 736 donnera cette même énergie exprimée en chevaux-vapeur, puisque un cheval-vapeur égale 736 watts.

Connaissant, d'une part, l'énergie électrique produite et, d'autre part, l'énergie mécanique absorbée, le rapport entre ces deux quantités donnera le rendement industriel de la dynamo.

Il y a également tout intérêt à avoir une dynamo qui ait un rendement très élevé non seulement à pleine charge, mais aussi pour des fractions plus ou moins grandes de cette charge.

Rendement pratique. — Le rendement pratique peut se définir le rapport qui existe entre l'énergie électrique fournie et la somme dépensée pour l'achat de la dynamo, la force motrice et enfin les frais d'exploitation de toute sorte, autrement dit, c'est le rendement en watts par franc de la somme dépensée.

Dans les frais d'exploitation, ceux relatifs à l'entretien et à la réparation de la dynamo doivent être compris. Ils sont assez difficiles à évaluer d'une manière précise, mais, toutefois, lorsque la dynamo sera bien entretenue et installée dans de bonnes conditions, que l'on aura placé des coupe-circuits pour se mettre à l'abri des accidents provenant des courts circuits sur la canalisation, que, dans le cas de lignes aériennes, on aura protégé la ligne par de bons parafoudres, les réparations seront peu importantes et pourront ne pas dépasser 2 0/0 du prix d'achat. Dans le cas contraire, on peut arriver à des chiffres considérables, voire même au remplacement de la dynamo à bref délai.

En ce qui concerne l'entretien pour maintenir la ou les dynamos en parfait état de propreté, on a tous les éléments pour apprécier cette dépense, surtout s'il s'agit d'une station un peu importante où un homme peut être affecté spécialement à ce service.

Les rendements en watts par kilogramme de poids total, par mètre carré de surface occupée et, dans certains cas spéciaux comme à bord des navires, par exemple, par mètre cube d'espace, n'ont en général qu'une importance secondaire ; mais il peut quelquefois arriver qu'on soit obligé d'en tenir compte.

Dans tous les cas, il est reconnu qu'une dynamo de grande puissance coûte moins cher et occupe moins d'espace par watt fourni que son équivalent en petites machines.

Echauffement — Il est indispensable de se rendre compte de l'augmentation de température produite par le fonctionnement de la dynamo.

Lorsque l'échauffement des organes est trop considérable, l'isolant des fils peut être carbonisé, il devient par suite très fragile et l'isolement est défectueux.

Après un temps de fonctionnement à pleine charge, d'autant plus grand que la

machine est plus puissante, il ne faut pas que la température s'élève à plus de 70 degrés dans l'induit et 50 à 60 dans l'inducteur. On dépasse souvent ces valeurs, mais cela n'est pas prudent [1].

Lorsque les enroulements ont une épaisseur considérable, les couches extérieures sont toujours à une température moins élevée que les couches intérieures. Il ne faut pas perdre de vue que les couches extérieures d'une armature seront toujours moins chaudes pendant la marche qu'immédiatement après l'arrêt, car le refroidissement est alors moins rapide par suite du renouvellement plus lent de l'air froid au contact des fils; aussi ne faut-il pas s'étonner que la température des couches extérieures, sitôt après l'arrêt, augmente légèrement en se rapprochant de celle des couches intérieures.

On prend généralement la température d'un induit, avec une précision suffisante dans la pratique, en plaçant sur lui un thermomètre, sitôt qu'il est arrêté, et en couvrant ce dernier de chiffons de laine.

Etincelles aux balais. — La manière dont se comportent le commutateur et les balais est un point capital dans l'appréciation du fonctionnement électrique d'une dynamo.

Lorsque la dynamo est du type à bobine ouverte, c'est-à-dire quand une bobine élémentaire peut pendant un certain temps se trouver hors du circuit, et qu'elle doit donner des courants de faible intensité et de grande force électromotrice, il pourra se produire aux balais des étincelles assez considérables sans pour cela que le commutateur soit endommagé. Au contraire, avec les dynamos à bobines dont le circuit est toujours fermé ainsi qu'avec celles qui sont destinées à donner des courants de grande intensité, il est nécessaire qu'il se produise le moins possible d'étincelles. Beaucoup de dynamos de cette dernière catégorie fonctionnent sans étincelles appréciables.

Balais et commutateur. — Suivant les conditions de fonctionnement dans lesquelles se trouvera la dynamo, on saura s'il est nécessaire de modifier fréquemment le calage des balais pour suivre les variations de charge.

Dans le cas où ce réglage devrait être modifié fréquemment, il y aura à examiner s'il est plus avantageux de l'effectuer à la main ou automatiquement.

Dans une station importante, il est préférable d'agir automatiquement, à moins que cette solution n'entraîne des complications et des pertes d'énergie telles que les avantages obtenus ne soient plus en rapport avec la dépense et les complications nécessaires, qui peuvent être parfois une cause de dérangements exigeant la présence d'un mécanicien très exercé.

Le commutateur doit présenter une surface uniforme, lisse et propre. Sa vitesse périphérique doit être assez modérée pour que l'échauffement dû au frottement mécanique ne soit pas trop considérable. Pour la même raison, la pression des balais ne doit pas être trop forte.

Les balais doivent être cependant assez serrés pour bien assurer le contact avec le commutateur et rester toujours parfaitement reliés au conducteur fixe. Il est nécessaire pour cela que les balais soient établis avec des substances très conductrices et que le porte-balais les prenne aussi près que possible du commutateur. Balais et porte-balais doivent avoir une certaine élasticité.

Dans certaines dynamos, les balais s'appuient tangentiellement sur le commutateur; mais le plus souvent ils s'appliquent obliquement. Lorsque les balais sont bien engagés dans les porte-balais, on doit examiner s'ils portent bien uniformément sur le commutateur et s'ils sont maintenus assez solidement pour ne pas subir de changement de position. Les ressorts des porte-balais doivent être aussi vérifiés dans le but de s'assurer que,

[1] Une machine atteint sa température dite de régime quand la quantité de chaleur qu'elle perd par rayonnement est devenue égale à la quantité de chaleur développée dans la partie considérée.



lorsqu'ils sont convenablement tendus, ils assurent un bon contact tout en ne donnant que le minimum de frottement ; il y a lieu d'insister sur ce point.

Pour les machines donnant des courants de grande intensité, il est préférable qu'il y ait sur chaque côté deux ou plusieurs balais au lieu d'un seul. En effet, la résistance électrique se trouve ainsi réduite par suite de l'augmentation de la surface de contact entre les balais et le commutateur, et la marche de la dynamo ne dépend plus du mauvais fonctionnement d'un balai. Lorsqu'il y a plusieurs balais, il faut veiller à ce qu'ils soient convenablement disposés les uns à côté des autres de manière à appuyer sur le commutateur comme le ferait un balai unique. Cependant il est des cas où il est préférable d'avoir un des balais en avance sur l'autre.

Les balais en charbon, dont l'usage tend à se répandre, sont généralement préférés aux balais en cuivre, parce qu'ils exigent moins de soins et d'attention que ces derniers. Ils présentent aussi l'avantage de supprimer les étincelles dues aux courts circuits des bobines de l'armature, quand les balais touchent en même temps deux lames contiguës du commutateur. On peut placer des balais en charbon dans les porte-balais qui servent pour ceux de cuivre, mais, le plus souvent, on se sert de porte-balais spéciaux.

Isolement de la dynamo. — Il est indispensable que le circuit de la dynamo soit bien isolé du bâti métallique.

On peut, pendant le fonctionnement de la machine, s'assurer grossièrement si l'isolement n'est pas mauvais. Il suffit, pour cela, de toucher avec les deux mains mouillées une partie du socle, non recouverte de peinture et bien nettoyée, et une borne : on ne doit pas éprouver de commotion notable. On peut aussi répéter cette opération avec un fil de cuivre, c'est-à-dire qu'on réunit une borne au bâti ; en rompant cette communication, il ne doit pas se produire d'étincelle.

L'isolement d'une machine ne doit généralement pas être inférieur à 100 ohms par volt développé aux bornes, lorsque la dynamo est en marche normale dans un endroit sec.

Vérification de la dynamo au point de vue de l'usage auquel elle est destinée. — Le meilleur moyen pour savoir si une dynamo donnée peut convenir au service qu'on lui demande est de la faire fonctionner d'abord à la vitesse normale indiquée par le constructeur et à pleine charge. Faisant ensuite, dans des essais successifs, varier cette charge, on mesurera, dans chaque cas, la différence de potentiel et l'intensité du courant, l'énergie électrique developpée étant absorbée par des résistances appropriées. On aura ainsi les éléments de courbes connues sous le nom de « caractéristiques », qui sont aux dynamos ce que les diagrammes indicateurs sont vis-à-vis des moteurs à vapeur.

Dans ces essais, il est bon de vérifier l'effet produit par un léger déplacement des balais.

J.-A. MONTPELLIER.

COMPARAISON ENTRE LES PRIX DE REVIENT DES LIGNES ÉLECTRIQUES

EN CABLES OU EN FILS UNIQUES

Les lignes électriques présentant une section tant soit peu importante sont à peu près exclusivement construites avec des câbles formés d'un grand nombre de fils toronnés. Quoique les lignes soient beaucoup plus maniables, il n'est pas logique d'opérer ainsi, du moins dans la plupart des cas. Il nous a semblé intéressant de comparer les prix de revient de deux lignes d'égale longueur et d'égale résistance, dont l'une serait faite d'un fil unique et l'autre d'un câble, et de faire ressortir que l'économie résultant de la pre-



mière manière de faire est trop grande pour ne pas être un élément important du calcul; nous verrons également qu'il y a d'autres avantages à employer les fils.

Il faut noter d'abord que les fils fins employés pour les câbles coûtent plus cher que les tiges. Nous négligerons dans nos calculs cette différence de prix. D'autre part, l'opération du toronnage, que l'on peut estimer à 10 ou 15 fr par 100 kg de métal, augmente son prix de revient de 5 à 7 0/0 pour le cuivre. Enfin ce toronnage diminue la longueur du câble comme nous allons le voir de suite.

Dans un conducteur unique nous n'avons qu'une seule section à considérer, qui est la section droite. Elle donne le poids en fonction de la longueur et de la densité par la formule $P = LS\delta$ ou $S = \frac{P}{L\delta}$ et elle donne également la résistance en fonction de la longueur, de la résistance spécifique du métal et de la section par la formule $R = \frac{L\rho}{S}$.

Dans un câble il n'en est plus tout à fait de même.

Nous pouvons en effet considérer deux sections:

1° La somme des sections droites de chaque fil;

2° La section droite du câble.

Cette dernière est toujours plus grande que la première puisqu'elle se compose de la somme des sections elliptiques d'un même nombre de fils de même diamètre. Il n'est même pas besoin de démontrer que le rapport entre ces deux sections est égal au rapport des poids qui existe entre un mètre d'un fil de section donnée et un mètre d'un câble formé d'un certain nombre de fils dont la somme des sections droites est précisément égale à la section du fil unique. On peut se rendre compte de la chose en supposant que l'on prenne un certain nombre de fils de 1 mètre de long et qu'on les mette côte à côte; on observera, sitôt que l'on toronnera le paquet, une diminution de longueur variable suivant la position de chaque fil, mais qui pourrait se calculer pour chaque cas particulier en tenant compte du diamètre du câble, du pas d'hélice de chaque fil, etc. etc.

En tous cas, nous pouvons donner l'ordre de grandeur de cette augmentation de poids. Nous avons observé sur des câbles de sections moyennes des valeurs variant de 3 à 9 0/0. Nous adopterons une moyenne de 6 0/0 dans nos calculs.

Ceci posé, il est évident que c'est la section droite du câble qui, multipliée par la longueur et la densité, donne son poids.

Mais laquelle de ces deux sections faut-il faire entrer en ligne de compte pour le calcul de la résistance ?

Si nous supposons d'abord que tous les fils sont en contact parfait entre eux, il est évident que la résistance correspond à celle d'un fil dont la section serait égale à la section droite du câble; dans ce cas, on aurait une augmentation de poids il est vrai par le câblage, mais on observerait également une diminution de la résistance; il suffirait donc pour ramener cette dernière à sa valeur de mettre un moins grand nombre de fils, mais le prix à égalité de résistance n'aurait pas varié.

Si, dans une seconde hypothèse, nous admettons que les fils soient sensiblement isolés entre eux, il n'en est plus de même, et l'augmentation de poids correspond à une augmentation de résistance.

N'ayant trouvé aucun résultat d'expériences à ce sujet, nous avons procédé à des essais qui nous ont démontré de la façon la plus convaincante que, si dans les câbles neufs les fils sont en bon contact, au bout d'un certain temps de service, que les câbles soient nus ou isolés, la résistance des contacts était assez grande vis-à-vis de leur résistance propre pour supposer qu'ils étaient pratiquement isolés entre eux.

Il y a donc nécessité de tenir compte dans le calcul d'un câble, non de la résistance qu'il a en sortant de la fabrication, mais de celle qu'il ne tardera pas à atteindre après quelque temps de service.

Prenons maintenant un exemple.

Il s'agit d'établir une ligne de cuivre de 1 km de longueur totale et présentant 0,5 ohm de résistance avec un métal ayant 1,597 de résistance spécifique (Matthiessen).

La formule $R = \frac{L\rho}{S}$ nous donne une section de 31,97 mm² et la formule $P = SL\delta$ nous fixe le poids à 284,5 kg d'un fil de cuivre ayant 6,38 mm de diamètre. Le prix de ce fil, en supposant du cuivre à 2,25 fr par kilogramme, sera de 640,12 fr.

Prenons maintenant un câble donnant 6 0/0 d'augmentation de poids au toronnage; il faudra que chaque fil ait 1 000 m plus 6 0/0, soit 1 060 m; de plus il faudra que sa section totale (somme des sections droites de chaque fil) soit plus grande, et telle que serait celle d'un fil de 1 060 m de long ayant 0,5 ohm; cette section sera donnée par la formule $x = \frac{1\,060 \times 1\,597}{0,5} = 33,85$ mm ².

Le poids sera donc $1\,060 \times 33,85 \times 8,9 = 319,34$ kg et le prix $319,34 \times 2,25 = 718,51$ fr plus 12 fr par 100 kg pour le câblage, soit $12 \times 3,1934 + 718,51 = 756,83$ fr.

On voit donc que le rapport des poids des deux lignes sera comme 112 est à 100 et que le rapport des prix est comme 118 est à 100.

Autrement dit, l'économie résultant de la substitution d'un fil au câble est de 15 0/0 environ.

Est-ce là une économie négligeable ? Non, certainement, car elle peut se chiffrer par des centaines de mille francs dans un secteur un peu étendu.

Y a-t-il un empêchement pratique à cette substitution ? Non encore ; et la meilleure preuve que nous puissions en donner est que la maison Crompton et d'autres ont fait de nombreuses et importantes canalisations souterraines avec des paquets de lames de cuivre. On trouve même avec ce procédé non seulement l'avantage d'une grande flexibilité, mais encore la possibilité de remplacer les épissures par un simple serrage des lames encastrées sur une certaine longueur.

En France, la station de Provins fonctionne avec des lignes aériennes formées de tringles de cuivre cylindriques ayant jusqu'à 18 mm de diamètre.

Là ne se borne pas l'avantage des conducteurs uniques. La diminution de la surface d'oxydation, l'absence de capillarité qui entretient une humidité dangereuse rendent le conducteur plus durable. On évite ainsi de produire ces magnifiques produits tels que l'hydro-carbonate de cuivre et autres sels formant une gamme de teintes bleues et vertes du plus bel aspect artistique mais, hélas ! d'un effet désastreux pour les propriétaires des canalisations.

Ces considérations nous ont déterminé à insister sur ce fait que les conducteurs uniques doivent être le plus souvent employés. car s'ils permettent d'économiser un poids de cuivre notable, ils diminuent également le taux d'amortissement d'un capital déjà amoindri.

P. Simon.

LES CANALISATIONS D'ÉCLAIRAGE ÉLECTRIQUE DE PARIS

(*suite et fin*[1])

Compagnie du secteur de la place Clichy

Nous donnerons très prochainement la monographie détaillée de l'usine de la place Clichy. Nous limiterons par conséquent les considérations suivantes à ce qui se rapporte étroitement à la canalisation.

[1] Voir nos 31, p. 78, 32, p. 90, 40, p. 226 et 46, p. 327.



Le système de canalisation adopté par cette Compagnie diffère essentiellement de tous les autres. Ici, plus de caniveaux en fonte, en béton, en poterie, plus de câbles nus. Ceux-ci sont tous isolés et couchés tout simplement au fond d'une tranchée en trottoir sur un lit de sable. L'enfouissement devient en ce cas une opération très rapide, la durée de l'encombrement des trottoirs est considérablement diminuée comparativement à l'emploi des autres procédés connus : ouvrir une tranchée, y coucher le ou les câbles, remblayer sont les trois phases caractéristiques du système. Les jonctions et les prises de courant se font, sous un abri portatif, dans des boîtes en fonte dont nous indiquerons tout à l'heure les dispositions.

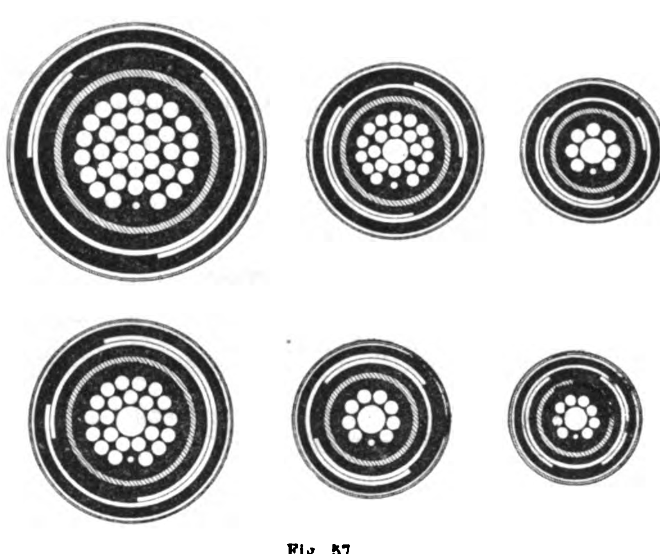


Fig. 57.

Les câbles qu'emploie la Compagnie du secteur de la place Clichy sont du type Sie-

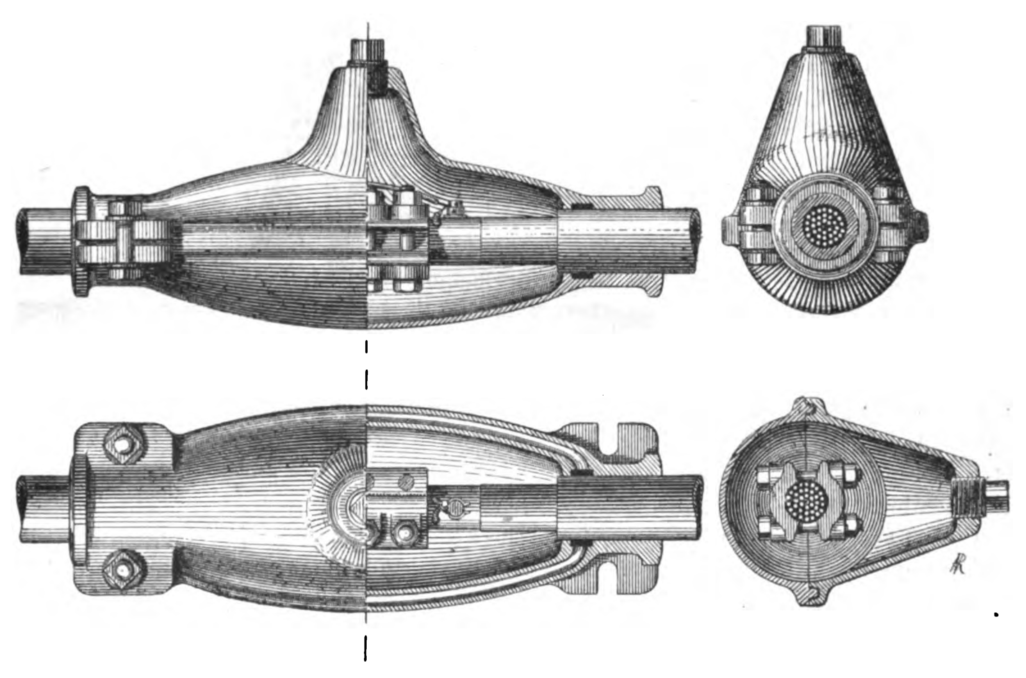


Fig. 58.

mens, fabriqués à Belfort par la Société Alsacienne de constructions mécaniques. L'auteur de ces articles a eu la bonne fortune de voir la fabrication de ce genre de conducteurs

électriques à l'usine même de la maison Siemens à Charlottenbourg près de Berlin, elle est extrêmement soignée. Ils sont tous à enveloppe de plomb. On les classe ordinairement suivant quatre types différents, répondant chacun aux nécessités inhérentes à leur emploi, compatibles avec une économie bien entendue :

a) Conducteurs dont la gaine de plomb est dépourvue d'enveloppe extérieure.

b) Conducteurs dont la gaine de plomb est recouverte d'un guipage de jute asphalté.

c) Conducteurs dont la gaine de plomb est munie d'une couche isolante entourée elle-même d'une enveloppe constituée par deux lanières de fer enroulées héliçoïdalement et simultanément autour du câble (fig. 57). Le tout est enfin recouvert de jute goudronné.

d) Enfin il y a des conducteurs où le revêtement externe est en fil de fer.

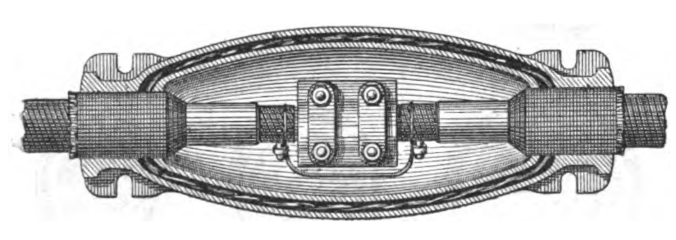


Fig. 59.

C'est parmi ces quatre types de câbles que l'ingénieur du réseau opèrera une judicieuse sélection. Lorsque la section du conducteur ne dépasse pas 30 mm carrés, il est constitué par un fil de cuivre unique; pour les sections supérieures, l'âme est formée par la réunion d'un certain nombre de fils. L'enveloppe isolante est composée de guipage de coton ou de jute amené à un très haut degré de dessication dans le vide et ensuite imprégné d'une substance non conductrice sur la préparation de laquelle les renseignements manquent. Les propriétaires du procédé en affirment la supériorité sur le caoutchouc, la gutta-percha et autres matières similaires. Cette affirmation a pour nous la signification d'une simple allégation. L'épaisseur de la couche isolante dépend de l'importance du voltage qu'aura à supporter le câble. Dans l'épaisseur des câbles à fils multiples, se trouve un conducteur isolé de section inférieure à celle des fils constituant l'âme, qui sert de fil pilote destiné à mesurer la tension appliquée à l'extrémité du câble.

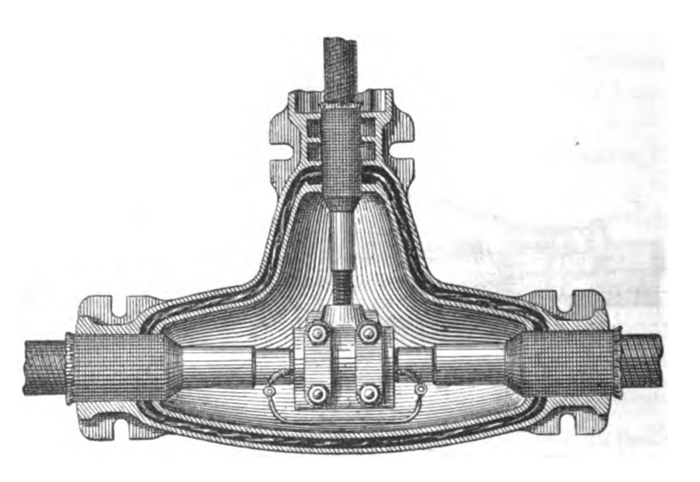


Fig. 60.

Ces câbles, bien que suffisamment cuirassés de leur blindage de fer, lorsqu'ils sont couchés dans leurs tranchées et recouverts d'un lit de sable, sont néanmoins soumis à des éventualités d'avaries profondes telles que l'attaque d'un violent coup de pioche, si rien n'avertissait le travailleur de leur présence dans le sol. On a cru y parer en étendant au travers de la tranchée, à une faible distance du niveau du trottoir, une toile métallique à larges maillons de fils de fer galvanisé; c'est le système révélateur chargé d'attirer l'attention de l'ouvrier. Dans bien des cas, la précaution pourra paraître insuffisante. Quelquefois, il sera plus sûr de substituer au tissu métallique, des planches de sapin créosoté en usage dans certains pays. Sous les voies les câbles sont enfilés dans des tuyaux en fer.

Le réseau de distribution du secteur de la place Clichy est constitué par cinq fils, il est alimenté par un ou plusieurs groupes de générateurs reliés en dérivation et donnant la tension requise entre les conducteurs extrêmes. Il suffit alors de deux séries de feeders pour mettre en connexion les conducteurs extrêmes avec les générateurs. Les lampes sont réparties d'une façon judicieuse sur les quatre ponts formés par les conducteurs intermédiaires,

De cette disposition, il s'ensuit que le nombre de câbles à poser dans la tranchée

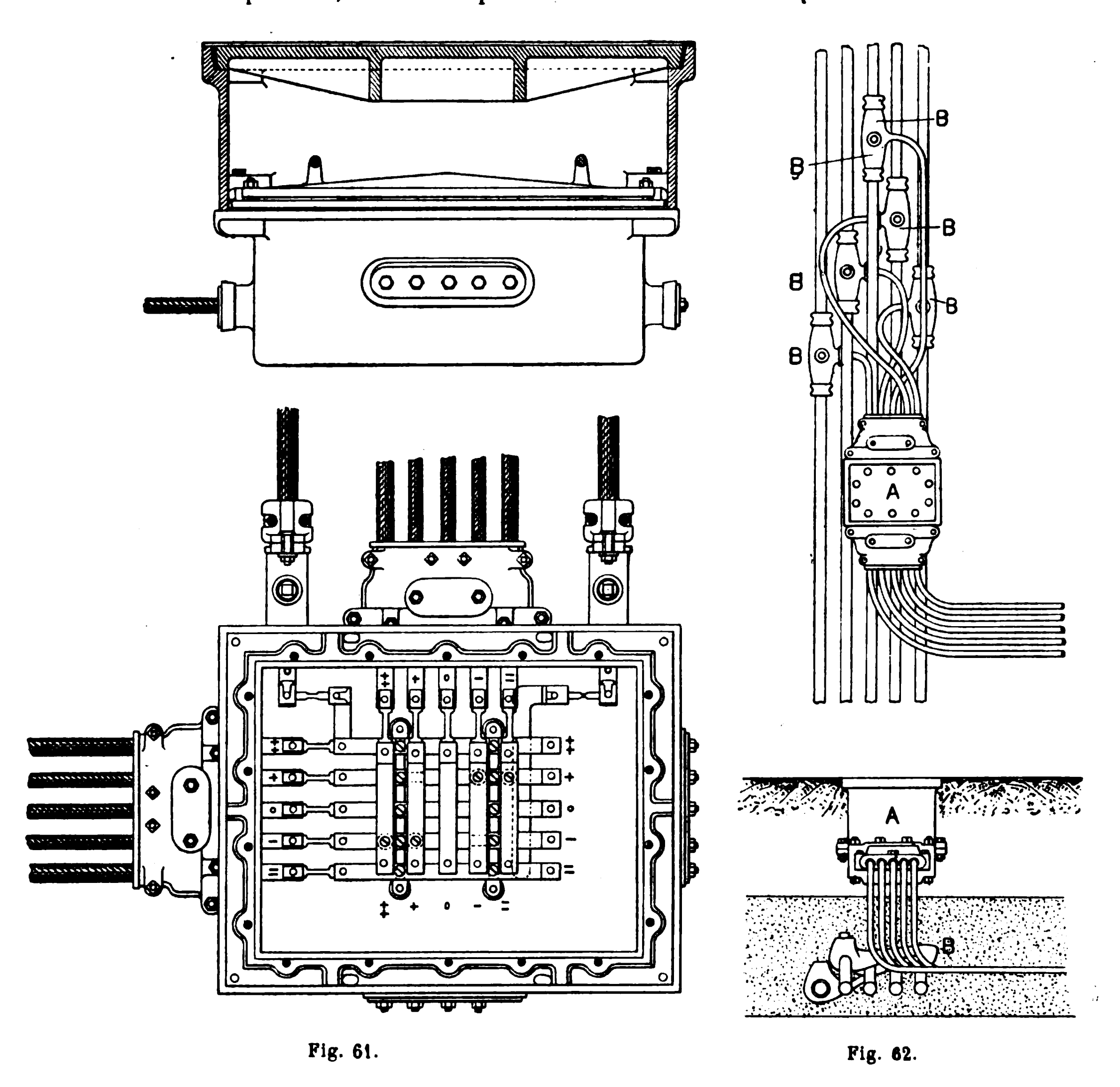


Fig. 61. Fig. 62.

sera de cinq et quelquefois de sept quand les feeders suivront le cours du réseau. Les câbles sont affectés de marques distinctives placées à des intervalles rapprochés qui font reconnaître leurs positions relatives une fois qu'ils sont dans la fouille ; elles consistent en de petits colliers métalliques embrassant le corps du câble.

Ces conducteurs jouissent d'une isolation rassurante ; les seuls endroits qui donneraient lieu à quelque inquiétude sont les points de raccordement des câbles et des jonctions de dérivation. Aussi dans les opérations de pose s'entoure-t-on des plus grandes mesures de précaution. Jamais une extrémité ne reste dénudée. Aussitôt qu'elle a été préparée pour

le raccordement elle est engagée dans un manchon et noyée dans une matière isolante.

Les simples raccords se font dans des boites de jonction en deux pièces (fig. 58 et 59) présentant des colliers cloisonnés dans lesquels sont fortement emprisonnés les câbles pour empêcher l'infiltration de l'humidité. Les âmes en cuivre sont abouties dans le même axe et énergiquement serrées à vis entre deux manchons de cuivre étamé. Les fils pilotes sont séparément raccordés. Après boulonnage des deux coquilles de la boite, on la remplit d'une substance isolante fusible que l'on verse par un orifice taraudé ménagé dans le couvercle. Les jonctions s'effectuent sans soudure.

La figure 60 est la représentation d'une boîte de raccordement et de branchement basée sur la même méthode opératoire.

Aux points où les conducteurs se ramifient, on installe des boîtes de distribution du type de la figure 61 qui nous donne l'exemple d'un retour d'angle du réseau avec adjonction des deux feeders. Elles sont en fonte pourvues de couvercles à fermeture hermétique ; des pièces de jonction relient les câbles qui pénètrent dans l'intérieur par des coquilles latérales où commence la dénudation. L'extrémité du câble est chaussée dans une douille fixée sur lui par des vis taillées en pointe. Le tout est recouvert d'un fourreau en caoutchouc. L'espace laissé libre autour du câble est rempli de matière isolante coulée à plusieurs reprises en ménageant des intervalles de temps pour le retrait.

Le centre de la boîte est occupé par des règles métalliques séparées, disposées comme les barrettes d'un commutateur suisse ordinaire et qui servent de la même façon pour mettre en communication à leur point de croisement les câbles que l'on veut relier. Des plombs fusibles sont interposés entre les câbles et le gril. Le couvercle proprement dit de la boîte est surmonté d'un chapiteau dont le niveau supérieur affleure le trottoir.

La figure 62 montre en même temps que l'agencement de manchons de raccordement et de branchement, la position d'une boîte de distribution destinée à l'entrée du réseau dans les habitations.

Il existe différents modèles de boîtes ; les formes varient suivant leurs affectations, mais le système de construction et la pose des câbles restent toujours fondés sur la même méthode générale.

La société du secteur de la place Clichy, confiante dans le bon isolement des câbles armés qu'elle emploie, a multiplié les mesures de précaution là où se manifestent le plus fréquemment les défaillances graves dans un réseau, c'est-à-dire aux jonctions et aux branchements de façon à assurer aux appareils en service la sécurité de fonctionnement nécessaire.

Usine municipale des halles centrales

Le Comité technique qui a présidé à la création de cette usine a décidé de faire usage du courant continu et des courants alternatifs avec emploi des transformateurs.

Suivant le choix de l'un ou l'autre procédé, le mode de canalisation a varié. Nous aurons donc à les considérer séparément.

La distribution du courant continu dans les halles et les rues avoisinantes est opérée au moyen du système à trois fils et par feeders. La tension dans les fils extrêmes ne dépasse pas 220 volts.

Dans les halles, la canalisation n'est souterraine que pour les feeders ; les câbles de distribution longent les parois des pavillons, abrités dans des moulures en bois.

Les câbles sont placés dans des caniveaux en béton de 45 centimètres de largeur et 30 centimètres de profondeurs (fig. 63) sur des cadres en bois B qui sont garnis de crochets métalliques vitrifiés. Ces sortes de châssis en deux parties sont encastrés dans le bétonnage à des écartements d'un mètre. Le caniveau est fermé par des dalles de même substance à recouvrement, les joints sont ensuite remplis de glaise, après quoi on fait la

réfection du trottoir. Comme dans les autres systèmes déjà décrits, la traversée des rues s'effectue par galeries voûtées aboutissant à des puits verticaux.

La canalisation pour la haute tension par laquelle passent des courants alternatifs de 2 400 volts est aussi placée dans des caniveaux en béton, mais les câbles au lieu d'être supportés par des crochets sont enfermés dans des moulures en bois en vue de prévenir tout contact accidentel.

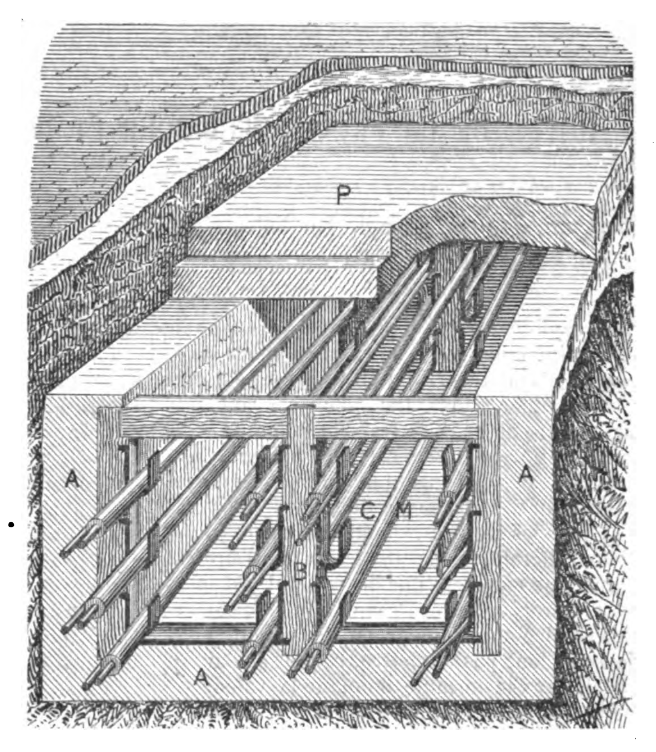


Fig. 63.

La figure 63 indique la position des câbles.

Leur spécification présente un certain intérêt. La voici :

1° BASSE TENSION

Ame métallique en cuivre étamé ;

Une couche de caoutchouc pur ;

Une couche de caoutchouc mélangé, de 2 mm d'épaisseur ;

Deux rubans en tissu de coton caoutchouté, le tout vulcanisé ;

Une tresse bitumée.

2° HAUTE TENSION

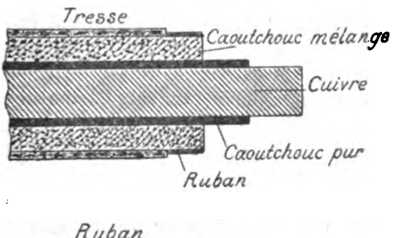
Ame métallique en cuivre étamé ;

Deux couches de caoutchouc pur de 1 mm d'épaisseur ;

Plusieurs couches de caoutchouc mélangé, de 4 mm d'épaisseur ;

Une couche de chanvre résineux de 3 mm d'épaisseur ;

Deux rubans de tissus de coton.



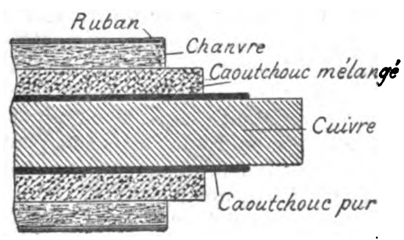


Fig. 64

Il n'y a de différence entre ces deux câbles que l'épaisseur de l'isolant, comme on le voit sur la figure 64.

Les isolements imposés par le cahier des charges étaient de 300 mégohms par kilomètre par les conducteurs à basse tension et de 8 000 mégohms pour la haute tension à la température de 24° centigrades.

Sur une partie de son parcours, le conducteur de haute tension passant dans le voisinage du réseau téléphonique, il a fallu obvier aux bruits d'induction par l'emploi d'un câble concentrique.

Au cours de cette longue revue nous avons exposé avec abondance de détails, en évitant toutefois la prolixité, les divers modes de distribution et de canalisation adoptés par les sociétés concessionnaires des secteurs d'éclairage à Paris.

Est-il prudent, à l'heure actuelle, de tirer une conclusion de cet ensemble de faits ou tout au moins de marquer ses préférences ?

Nous laissons au temps le soin de se prononcer à cet égard.

Émile DIEUDONNÉ.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

La transmission de l'énergie par l'électricité

Par Gisbert KAPP

II (*suite*) [1]

Pour expliquer cela, il est nécessaire que je vous dise quelques mots de ce phénomène de la « réaction d'armature, » qui ne vous est peut-être pas très familier à tous. Lorsqu'un courant traverse une armature, il la transforme en un électro-aimant qui, dans une certaine mesure, agit en sens contraire du courant magnétique émanant des inducteurs. Cela se produit dans les dynamos et dans les moteurs, quoique dans des proportions différentes, et cette action contraire est d'autant plus marquée que le courant est plus intense. Pour calculer exactement la force contre-électromotrice d'un moteur en dérivation, nous ne devrons donc pas admettre, comme je l'ai fait jusqu'ici, dans la formule donnant la valeur de la force électromotrice, que le champ inducteur reste constant, mais tenir compte de sa lente décroissance à mesure que le courant qui traverse l'armature augmente. Graphiquement cela est représenté sur la figure 5, où le courant,

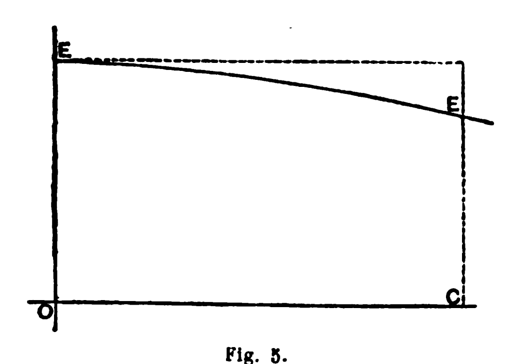


Fig. 5.

traversant l'armature est mesuré sur l'horizontale OC et le champ inducteur représenté par la ligne pleine inclinée, tandis que si l'on faisait abstraction de la réaction de l'armature la représentation serait la ligne ponctuée horizontale. Comme d'ailleurs la force contre-électromotrice est proportionnelle au champ inducteur, tant que la vitesse reste constante, nous pourrons, en modifiant convenablement l'échelle (pour la mesure des ordonnées), prendre la ligne supérieure comme représentative de la force contre-électromotrice, c'est pourquoi je l'ai désignée par les lettres EE.

La distance verticale OE représente la force électromotrice du courant égale, à la force contre-électromotrice quand le *moteur marche à vide*. Mais si nous introduisons une charge qui déterminera une augmentation considérable du courant, la force contre-électromotrice ne sera plus tout à fait aussi grande, puisque partie de la force électromotrice aura été déjà absorbée par la résistance de l'armature. Il en résulte donc qu'avec une alimentation à potentiel constant, la force contre-électromotrice diminue à mesure que le travail demandé au moteur augmente. Mais, d'autre part, le fonctionnement à vitesse constante ne peut être obtenu que par un affaiblissement de la force contre-électromotrice à mesure que le courant augmente. Il est donc évident que si la réduction de la force électromotrice est la même que celle indiquée par la première condition, nous pourrons avoir des variations d'énergie avec une vitesse constante, autrement dit le moteur sera auto-régulateur. En général, la ligne EE, qui représente la force contre-électromotrice, n'est pas tout à fait droite, mais légèrement curviligne avec sa concavité vers l'axe des abcisses, tandis qu'au contraire la ligne représentant la perte à travers l'armature est tout à fait rectiligne. En réalité, il n'y aura donc pas constance absolue de vitesse, mais la différence sera très faible.

Ainsi les moteurs à excitation en dérivation sont d'excellentes machines pour fonctionner à une vitesse constante quand elles sont alimentées par un courant à tension constante. Le seul reproche que l'on puisse leur faire, c'est qu'il faille insérer une résistance dans le circuit de l'armature pour la mise en route ; mais cela peut être obtenu automatiquement en se servant d'une résistance permanente mise en court circuit au moyen d'un régulateur à force centrifuge fixé sur l'arbre de l'armature et disposé de telle façon que ses boules s'écartent et établissent le court circuit dès que la vitesse atteint une certaine valeur. Ce dispositif a aussi son utilité dans le cas où le moteur est exposé à

[1] Voir, n° 46, p. 334 et n° 48, p. 374.

être surchargé : la vitesse tendant alors à diminuer, l'insertion de la résistance a pour effet de maintenir le courant dans les limites de sécurité.

Je ne puis quitter le sujet du réglage de la vitesse dans le cas de circuits à tension constante, sans vous dire quelques mots du mode de réglage adopté pour les tramways électriques. Dans ce cas particulier, les moteurs ont moins besoin de marcher à une vitesse constante que d'être susceptibles de donner un excédent de travail considérable à certains moments. Au départ, sur les parcours en rampe, la vitesse peut être faible, mais l'effort statique est considérable. Ces moteurs sont donc généralement à enroulement en série, et un commutateur spécial permet l'insertion d'un nombre plus ou moins grand de bobines excitatrices, de manière à faire varier l'intensité du champ inducteur suivant les besoins.

Quand le courant est fourni au moteur non par un système général de conducteurs, mais par une machine génératrice spéciale, le réglage peut être assuré indifféremment avec l'enroulement en série, compound ou en dérivation.

Pour les machines en dérivation, je n'ai pas besoin d'entrer dans les détails, car ce cas rentre dans celui d'une alimentation à tension constante que je viens d'examiner. Après ce que j'ai dit, il est facile de voir que les moteurs compound avec bobines principales démagnétisantes sont équivalents à des moteurs en dérivation qui auraient une grande réaction d'armature, et que, en fait, un moteur en dérivation avec très faible réaction d'armature, comme par exemple une machine multipolaire, peut être rendu auto-régulateur par l'adjonction de bobines démagnétisantes dans le champ inducteur. Je n'insisterai pas sur ces considérations ; j'aurai

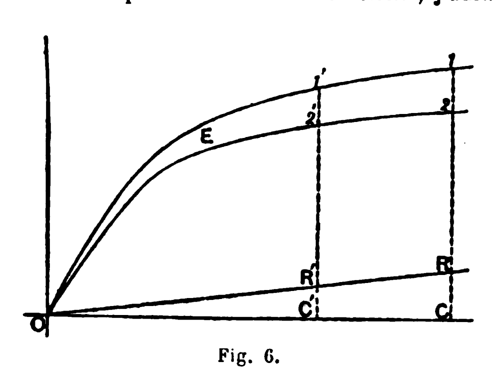


Fig. 6.

occasion d'y revenir en examinant devant vous une grande installation de transmission de force établie sur ces bases.

Restent à examiner les moteurs en série. La génératrice et la réceptrice étant enroulées en série, il est aisé de se rendre compte qu'en combinant convenablement ces machines, on pourra arriver à ce que le moteur tourne à une vitesse constante, malgré les variations de charge, pourvu que la génératrice conserve de son côté une allure égale. Supposons que les deux courbes de la figure 6 représentent les caractéristiques des deux machines, la courbe supérieure se rapportant à la génératrice et la courbe inférieure au moteur. Ces courbes donnent la force électromotrice utile, déduction faite de la réaction d'armature, et correspondent, dans chaque cas, à une marche à vitesse constante. Le courant circulant dans le circuit est obtenu en divisant la différence entre les ordonnées des deux courbes par la résistance totale. Cette résistance étant constante, la courbe représentative du courant et des différences de force électromotrice sera une ligne droite OR sur la figure. La longueur verticale CR donne la perte de tension due, avec un courant OC, à la résistance ; elle doit être égale à la différence de tension 1,2 mesurée sur les courbes supérieures. Ceci définit la vitesse du moteur pour ce courant particulier. Supposons que la courbe inférieure soit la caractéristique pour cette vitesse particulière et que la charge vienne à diminuer. Le courant prendra une valeur plus faible, OC' par exemple ; la perte de tension sera C'R' et la différence de potentiel 1'2'. Pour que la caractéristique s'applique à ces conditions de marche, il faudra que 1'2' soit égal à C'R', auquel cas la vitesse restera la même que précédemment. Ainsi, si les machines sont agencées de manière à ce que la différence entre leurs caractéristiques soit, en un point quelconque, égale à la perte de potentiel due à la résistance, le système de transmission de force sera parfaitement auto-régulateur.

La plupart des installations actuelles ont tiré parti de cette propriété remarquable des machines en série, quoique, je dois le constater tout de suite, le cas ne soit pas tout à fait aussi simple en réalité. L'une des difficultés pratiques, c'est qu'on ne peut pas toujours réaliser le parallélisme des caractéristiques pour tout le débit ; il y a aussi assez souvent de légères différences entre les caractéristiques ascendantes et descendantes ; mais l'obstacle le plus sérieux est la self-induction des inducteurs, surtout si les machines sont de grandes dimensions. La self-induction empêche la simultanéité de mouvement des deux machines nécessaire pour un réglage parfait. Un changement subit de charge peut ne pas être suivi immédiatement du changement correspondant dans l'énergie fournie au moteur, à cause du temps nécessaire aux inducteurs pour s'adapter aux nouvelles conditions de marche ; durant cette période de transition, qui peut durer plusieurs secondes, il y a des variations de force entraînant des variations de vitesse. Pour écarter cet inconvénient, M. Dobrovolski, de la « Berliner Elektricitäts-Gesellschaft » a imaginé une disposition dans laquelle la génératrice est pourvue d'une sorte d'amortisseur électrique, sous forme de

haute résistance sans self-induction, placée d'une façon permanente en travers des extrémités des électro-aimants comme une dérivation. Tout courant de tension anormale qui pourrait causer des troubles et endommager l'isolement des machines se trouve dépensé pour échauffer cette résistance.

La ligne a la plus grande importance, surtout pour les transmissions à longue distance, puisque dans ce cas, la dépense afférente à la ligne entre pour une forte part dans la dépense totale. Vous connaissez tous la loi de sir William Thomson pour l'établissement des conducteurs d'économie maximum. Le raisonnement sur lequel cette loi a été fondée peut se résumer ainsi qu'il suit. Le prix de revient annuel de l'énergie fournie dépend de deux facteurs : d'une part, le prix même de l'énergie, d'autre part, l'intérêt des frais d'établissement, de sorte que, pour arriver à travailler dans les meilleures conditions d'économie, il faut rendre minimum ces deux éléments, ce qu'on réalisera en en les rendant égaux. MM. les professeurs Ayrton et Perry furent les premiers qui essayèrent de transporter ces considérations dans la pratique. Dans une note lue par eux devant l' « Institution of Electrical Engineers », en mars 1888, ils montraient que, dans certaines conditions, il pouvait y avoir avantage à s'écarter de la loi de sir William Thomson. Je ne veux pas reprendre leur raisonnement qui s'appuyait sur les hautes mathématiques, mais j'essaierai de vous le présenter d'une façon plus élémentaire.

Etablissons bien d'abord la portée réelle de la loi de sir William Thomson. Elle suppose que le prix de revient du cheval-vapeur électrique annuel a une valeur définie, quel que soit le point où s'effectue la prise du courant. Avec les stations centrales, le prix reste en effet le même, que le client habite à 100 m ou à 500 m. Mais supposons que la Compagnie vende 750 fr. aux particuliers le cheval-vapeur dont la production lui coûte 500 fr. Chaque cheval-vapeur perdu ne représentera-t-il que 500 fr. ? Evidemment non, puisque, si on eût pu en disposer, il eût été vendu 750 fr. Mais, dira-t-on peut-être, les 250 fr. d'écart représentent le bénéfice et l'intérêt, et la force perdue ne doit, par conséquent, être comptée que pour son prix de revient. A quoi je réponds que le but poursuivi n'est pas d'emmagasiner de l'énergie dans les conducteurs, mais bien de vendre cette énergie aux consommateurs. Si la question paraît quelque peu confuse, c'est que le point de départ est erroné ; il n'est pas exact de considérer comme constante la valeur de l'énergie. S'il en était ainsi, si le cheval-vapeur avait la même valeur à l'extrémité de la ligne qu'à son origine, il serait parfaitement inutile d'établir une transmission. C'est précisément par la valeur plus grande de l'énergie, là où on établit le moteur, que se justifient les dépenses engagées pour l'établissement des machines et de la ligne nécessaires pour transmettre en ce point l'énergie engendrée à la station génératrice.

Pour traiter la question d'une façon correcte, il faut donc tenir compte de cette différence de valeur de l'énergie. Il faut aussi tenir compte non seulement de l'intérêt et de l'amortissement des frais d'établissement de la ligne, mais aussi de l'intérêt et de l'amortissement des dépenses d'installation de la machinerie à chacune des stations génératrice et réceptrice, dépenses pour l'estimation desquelles il nous faudra connaître la tension adoptée et la somme totale d'énergie à transmettre. Tout cela se tient ; pour réduire les frais d'établissement de la ligne, on est tenté d'adopter une tension élevée et de consentir une perte de potentiel plus considérable ; mais cela conduit à se servir d'une machine génératrice plus grande, nécessaire pour la production du courant à haute tension, de sorte qu'il peut très bien arriver que l'économie réalisée sur la ligne soit dépensée et au delà pour la station génératrice, sans compter l'augmentation des pertes et l'aggravation des chances d'accident qu'entraîne l'emploi des hautes tensions.

Vous le voyez, le problème est des plus complexes. La loi de Thomson, qui ne tient compte ni de la tension ni du prix des machines, ne saurait suffire. Mais, moyennant quelques modifications, elle peut donner une solution au moins approximative.

Les formules obtenues sont réunies ci-après ; elles reposent sur les données suivantes :

Données du problème. — Valeur annuelle du cheval-vapeur, mesuré au frein, à la station génératrice ; tension aux bornes de la génératrice ; puissance requise à la station réceptrice ; distance de transmission ; prix de revient du cheval-vapeur des machines et des appareils de réglage ; prix du conducteur par tonne de cuivre ; intérêt et amortissement de l'installation tout entière.

Renseignements nécessaires. — Intensité du courant, puissance à la station génératrice, rendement mécanique, tension au moteur, dépense totale par cheval-vapeur fourni et prix du cheval-vapeur par an mesuré au frein.

Le rendement de chaque machine est supposé être de 90 0/0. Les formules ne donnent que l'intensité ; mais les autres éléments peuvent être calculés aisément. Le prix des supports de la ligne par kilomètre, qu'il s'agisse de conducteurs aériens ou de conducteurs souterrains peut être considéré comme constant, c'est-à-dire ne dépendant pas de l'intensité dans des limites qu'il est facile d'établir pour chaque cas ; aussi n'entre-t-il pas dans la formule donnant l'intensité.

COURANT LE PLUS ÉCONOMIQUE
POUR LA TRANSMISSION ÉLECTRIQUE DE L'ÉNERGIE

D. Distance en kilomètres.
a. Section du conducteur en millimètres carrés.

E. Tension aux bornes de la génératrice.
e. id. de la réceptrice.
CV_g. Puissance, au frein, nécessaire pour actionner la génératrice.
CV_m. Puissance, au frein, fournie par la réceptrice.
i. Intensité du courant en ampères :
Rendement de la génératrice 90 0/0.
id. réceptrice 90 0/0.
g. Prix en francs du cheval-électrique de la génératrice.
m. Prix en francs du cheval-vapeur, au frein, fourni par le moteur, y compris le réglage.
$G = 0{,}9gCV_g$. Prix de la génératrice en francs.
$M = mCV_m$. Prix du moteur et appareils de réglage en francs.
$t = 17{,}8Da$. Poids en tonnes du cuivre de la ligne.
K. Prix de revient en francs par tonne de cuivre, y compris frais d'installation.
s. Prix de revient en francs des supports de ligne par kilomètre.
p. Prix annuel en francs du cheval-vapeur absorbé par la génératrice, au frein.
q. Pourcentage de l'intérêt et de l'amortissement pour l'ensemble.

$$\text{Dépense} = g\frac{Ei}{746} + m.CV_m + Ds$$
$$+ \frac{1{,}6KD^2i^2}{(Ei - 830CV_m)} = A$$

Dépense annuelle par cheval-vapeur délivré, mesuré au frein

$$= q\frac{A}{CV_m} + p\frac{CV_g}{CV_m}$$

Posons $$B = \frac{Ep}{670} + q\frac{Eg}{746}$$

on aura : $\gamma = \frac{830}{E}CV_m$, le courant nécessaire si la ligne ne présentait aucune résistance,
et posant

$$\beta = \gamma^2 \frac{EB}{\frac{qKD^2}{1{,}6} + EB},$$

le courant le plus économique pour une tension donnée E sera :

$$i = \gamma\left(1 + \sqrt{1 - \frac{\beta}{\gamma^2}}\right)$$
$$i = \gamma\left[1 + \sqrt{\frac{1{,}6qKD^2}{1{,}6\,(qKD^2 + BE)}}\right.$$

Pour de très grandes distances, le terme sous le radical se rapproche de l'unité et la valeur correspondante au maximum d'économie, de 2 γ. Il ne sera donc jamais économique de consentir une perte plus grande que la moitié de l'énergie totale.

L'intérêt et l'amortissement ont été supposés au même taux pour éviter la trop grande complication des formules.

L'application de ces formules à des transmissions effectuées à des voltages différents, montre qu'il y a un voltage particulier pour lequel le prix annuel du cheval-vapeur fourni à l'extrémité réceptrice de la ligne est minimum et qui, à moins de sortir des limites raisonnables, doit être adopté. Les formules montrent que ce voltage augmente avec le prix de revient de l'énergie à la station génératrice et aussi, bien entendu, avec la distance de transmission.

Chaque cas exige d'ailleurs un examen particulier en tenant compte des circonstances spéciales, et aucune formule ne saurait dispenser de cette étude. Il est intéressant pourtant de savoir dans quelles conditions économiques travaillent les installations actuelles. Grâce à l'obligeance de M. Brown, l'ingénieur des ateliers Œrlikon, je puis mettre sous vos yeux quelques renseignements à cet égard. Ces renseignements ont été réunis dans le tableau suivant qui s'applique aux transmissions d'énergie établies par cette maison.

PRIX DE REVIENT DE TRANSMISSION DE FORCE

DISTANCES en KILOMÈTRES	CHEVAUX-VAPEUR DÉLIVRÉS	VITESSE DES MACHINES	PRIX EN FRANCS			PRIX TOTAL [1]	PRIX par CHEV.-VAPEUR
			Génératrice	Moteur	Ligne		
3k	85	450	16 000	14 000	11 000	47 000	552f
0,45	195	500	19 000	17 000	3 300	45 000	233
0,45	51	600	8 000	7 000	1 500	18 000	353
0,60	90	550	13 000	12 000	2 000	31 000	345
0,90	71	600	11 000	10 000	1 500	26 000	366
0,45	40	700	6 500	6 000	500	16 000	400
0,60	75	600	12 000	11 000	1 700	28 000	375
0,80	87	500	13 000	12 000	2 500	31 500	363
2,50	150	600	19 000	18 000	8 250	51 250	342
0,35	93	450	11 000	10 500	5 800	31 750	342
10 »	11	900	3 300	2 750	12 000	24 000	2 175
3,50	51	600	9 000	8 000	7 500	28 500	560
0,30	60	900	6 000	5 500	450	15 000	250
8 »	41	750	6 000	5 000	8 600	25 500	620
6 »	220	600	26 000	24 000	16 000	74 000	338
0,10	15	600	2 800	2 600	200	6 300	420
0,40	19	700	4 000	4 000	500	9 750	513

L. F.

Accumulateur de MM. Schoeller et Jahr

MM. K. F. Schoeller et R.-H.-A. Jahr, à Opladen (Allemagne) ont fait breveter un perfectionnement aux accumulateurs dont l'objet est d'éviter qu'il puisse jamais se former de courts circuits pendant la marche. Le moyen employé à cet effet est de donner aux plaques des longueurs inégales, et de les disposer de manière que les plaques positives et les plaques négatives soient placées à des hauteurs différentes.

Les figures 1 et 2 représentent l'accumulateur vu en élévation et la figure 3 montre le dessus.

Sur la plaque isolante A sont posées parallè-

[1] Comprenant appareils de réglage, instruments, postes, isolateurs, paratonnerres, pose et surveillance..

lement les deux règles triangulaires B en matière isolante. Sur ces règles, les cavaliers C sont posés de façon qu'entre les règles et les cavaliers il reste de tous côtés un espace libre, et qu'il ne puisse s'établir de contact nulle part entre ces pièces.

Les plaques ou électrodes positives D, D, D.., reposent sur les cavaliers C, et les plaques négatives E, E, E..., sur les règles prismatiques. Pour que les bords supérieurs des plaques positives et des plaques négatives soient au même niveau, les plaques négatives sont plus longues que les positives. Toutes les plaques sont séparées entre elles par des isolateurs G, G, G...

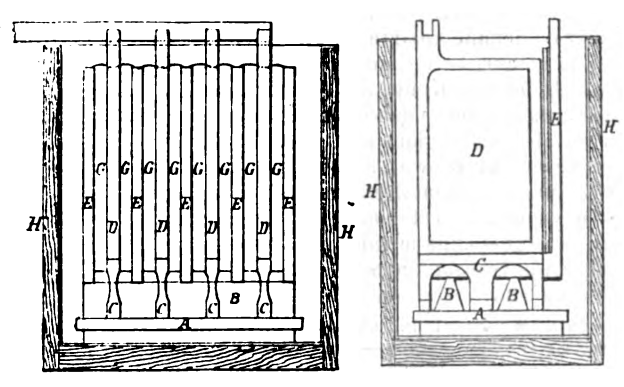


Fig. 1. Fig. 2.

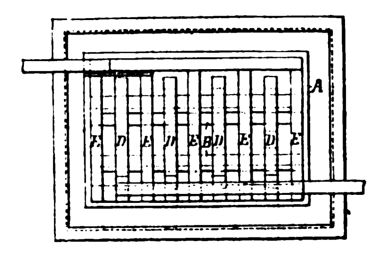


Fig. 3.

Lors même qu'il se détacherait des fragments de matière active pendant la marche, ces morceaux tombés au fond de la caisse H ne pourraient déterminer de courts circuits, car ils ne sauraient toucher les plaques. Ils ne seraient en contact qu'avec les règles ou les cavaliers en matière isolante.

J.



Emploi du pont de Wheatstone pour la mesure des résistances présentant une force électromotrice perturbatrice.

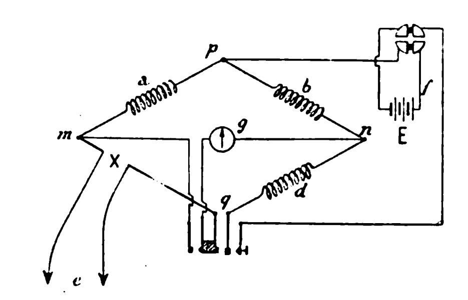
Par Rollo APPLEYARD

NOTE PRÉLIMINAIRE

Cette méthode s'applique à la détermination de la résistance de circuits télégraphiques comportant des plaques de terre et aux résistances dites « polarisables », telles que celles des piles. Elle donne aussi le moyen de trouver la valeur de la force électromotrice perturbatrice en fonction de la force électromotrice de la pile d'essai.

Avec le pont ordinaire, il est impossible d'obtenir des résultats sûrs; il faudrait pour cela que les forces électromotrices restassent constantes pendant toute la durée de l'expérience, ce qui ne se réalise pas.

L'expérience montre que les forces électromotrices restent pratiquement constantes dans un circuit ouvert et que, correspondant à cette force électromotrice constante initiale, il y a une résistance initiale également constante, au moins dans la limite du temps qu'exige un essai.



L'objet de la présente méthode est la détermination exacte de cette résistance initiale et si nécessaire de la force électromotrice initiale.

Sur la figure a et b sont les deux branches du pont, d la branche variable et x la résistance inconnue, contenant une force électromotrice perturbatrice e. En q, point de rencontre du conducteur venant de la pile avec x et d, les fils sont séparés et portent chacun une connexion avec les trois ressorts supérieurs d'une clé à cinq contacts. Les ressorts inférieurs de cette clé, isolés des trois autres, servent à fermer le circuit du galvanomètre. Le conducteur dont on veut mesurer la résistance se trouve présentement en circuit ouvert. Réglons maintenant le bras d par une valeur quelconque de x et vérifions par un simple contact de la clé. Durant ce court intervalle la force électromotrice dans la branche x ne peut varier d'une façon appréciable, et après quelques essais on arrive à déterminer aisément la valeur exacte de d. Renversons maintenant la pile d'essai, nous aurons une nouvelle valeur d_1 pour la branche variable. En général, il suffira de prendre la moyenne entre d et d_1 pour avoir avec une exactitude suffisante, la résistance initiale de x. Si l'on veut avoir un résultat plus approché, on aura recours à la formule complète

$$x = \frac{a(d_1 + d)}{2b} - \frac{a^2(d_1 - d)^2}{2b[2f(a + b) + 2ab + a(d_1 + d)]}$$

dans laquelle f est la résistance de la pile d'essai, et E sa force électromotrice, nous aurons :

$$\frac{e}{E} = \frac{a(d_1 - d)}{2f(a + b) + 2ab + a(d_1 + d)}$$

pour expression de la valeur de la force électromotrice initiale de la branche x en fonction de la force électromotrice de la pile d'essai.

Quand l'équilibre a été très approximativement obtenu, d étant un peu trop petit ou un peu trop grand, si la clé est appuyée vivement, il y a une déviation momentanée de l'aiguille du galvanomètre dans le sens indiquant d trop grand, et cette déviation est suivie brusquement d'une déviation en sens inverse, due à la polarisation et indiquant en apparence que d est trop petit. Il est évident qu'on peut trouver une valeur particulière de d pour laquelle le premier effet disparaisse, c'est cette valeur qui correspond à la résistance initiale de x. On détermine d d'une façon analogue en renversant E.

(*Electrical Review de Londres.*)

L. F.

Moteur électrostatique

MM. John W. Davis et John B. Farrington, de New-York, ont imaginé et fait breveter un moteur d'un nouveau genre. Il est destiné aux usages expérimentaux et fonctionne sous l'influence de charges électrostatiques.

La figure 1 ci-dessous représente l'ensemble de cet appareil ; la figure 2 en est une coupe.

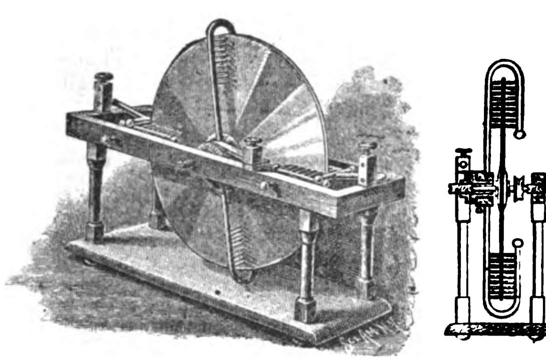


Fig. 1. Fig. 2.

Un disque en matière isolante est monté sur un bâti au centre duquel il peut tourner. Les extrémités de l'arbre qui supportent ce disque sont amincies et terminées en pointes qui pivotent sur des vis évidées, retenues par des écrous noyés dans le cadre du bâti. Ces supports sont isolés de manière que le disque n'ait point de communication à la terre. L'arbre du disque est muni d'une poulie sur laquelle on peut placer une courroie pour actionner un mécanisme léger quelconque. Sur l'un des côtés du bâti une bande de caoutchouc porte un manchon, également en caoutchouc durci ou en toute autre matière isolante, enveloppant l'extrémité de l'arbre ; sur ce manchon est monté un moyeu portant des bras qui se projettent dans une direction opposée vers le haut et le bas, se recourbant autour des bords du disque et portant des dents métalliques formant peignes. Les extrémités de ces dents touchent presque la surface du disque sur laquelle elles sont chargées d'amener l'électricité. Le moyeu est maintenu en position fixe par une vis d'arrêt ; il est pourvu d'une graduation qui permet d'amener les bras dans la position désirée. L'électricité est fournie aux peignes, aux bras et au moyeu par une lame de contact reposant sur le moyeu et fixée à une borne de serrage.

D'autres peignes, en deux parties, sont disposés horizontalement sur les bords opposés du disque, presque à angle droit avec les peignes des bras ; chaque partie de ces peignes est supportée par une tige traversant l'épaisseur du cadre. Ces peignes horizontaux reçoivent les décharges du disque ; leurs tiges sont reliées par une barre conductrice placée sur le côté de la machine opposé à celui que montre la figure 1. Les peignes des bras et ceux du cadre sont disposés dans des plans légèrement différents, pour empêcher l'électricité de l'un d'eux de neutraliser celle du peigne qui lui est opposé. Le contact avec les peignes horizontaux est obtenu par des conducteurs en forme de T, dont les extrémités sont repliées à angle droit, de manière à pouvoir pivoter dans des bornes de serrage, de telle sorte qu'on puisse les soulever facilement et rompre le contact avec les peignes.

Les bornes de serrage des extrémités du cadre étant reliées au pôle positif d'une source d'électricité et la borne près du moyeu au pôle négatif, l'électricité passe des peignes horizontaux sur le disque, qui est alors repoussé d'une part et attiré de l'autre par les peignes des bras. L'arbre est entraîné par le disque et le courant maintient le mouvement.

La disposition et les connexions des peignes sont telles qu'un plus ou moins grand nombre d'entre ces derniers peut être mis dans le circuit, selon l'expérience que l'on veut faire. L'électricité peut être fournie par une machine électrique, une bouteille de Leyde ou toute autre source analogue.

M. L.

(*Scientific American*).

Nouveau bain galvanoplastique d'aluminium

A une solution à 20 0/0 d'alun ammoniacal dans l'eau chaude on ajoute une solution contenant environ la même quantité de carbonate de potasse et un peu de carbonate d'ammoniaque. Le mélange fait effervescence et il se dépose un précipité que l'on filtre et que l'on lave à l'eau.

On prépare à chaud une seconde solution d'alun ammoniacal contenant 16 0/0 et 8 0/0 de cyanure de potassium pur que l'on verse sur le

précipité préalablement obtenu ; on fait bouillir pendant trente minutes dans un vase en fer clos à l'aide de la vapeur, pour assurer l'uniformité de température.

Les proportions convenables pour obtenir ces solutions sont les suivantes:

1re solution d'alun:	Alun ammoniacal. .	2 kg.
	Eau chaude	10 —
Solution de carbonate de potasse:	Carbonate de potasse.	2 —
	Eau chaude.	10 —
	Carbonate d'ammoniaque	8à10 gr.
2e solution d'alun:	Alun ammoniacal. .	4 kg
	Eau chaude.	25 —
	Cyanure de potassium.	2 —

On ajoute ensuite 20 kg d'eau et environ 2 kg de cyanure de potassium. Le tout est maintenu en ébullition pendant environ un quart-d'heure.

Le liquide est alors filtré pour le séparer du précipité et il est prêt à servir pour le bain.

Les anodes sont des plaques d'aluminium perforées ou fendues, disposées de manière à pouvoir être élevées ou abaissées suivant la convenance.

Les anodes et les cathodes sont reliées respectivement aux bornes d'une pile ou d'une machine dynamo. Le bain doit être maintenu pendant toute la durée de l'opération à une température comprise entre 25° et 65° centigrades.

En attachant aux anodes d'aluminium des plaques d'autres métaux, tels que de l'or, de l'argent, du nickel, du cuivre, etc., on peut faire varier légèrement la coloration du dépôt. Quand le dépôt présente une teinte grise, on le rend brillant en plongeant l'objet recouvert dans une solution de soude caustique, qui possède aussi la propriété d'empêcher l'oxydation.

(*Electrical Review de Londres.*)

L. M.

Le forgeage électrique

Par M. le Profr Van Der Weyde

Comme plusieurs électriciens éminents ont exprimé l'opinion qu'il était impossible de produire, à l'aide de courants électriques, une température suffisante pour permettre de forger les métaux, il ne sera peut-être pas mauvais d'exposer tout d'abord les raisons sur lesquelles ils appuient cette opinion.

Nous prendrons comme exemple le chauffage d'une tige de fer de 0,30 m de longueur et 0,025 m de diamètre. Puisque, dans un circuit électrique fermé, l'échauffement est provoqué par une augmentation de résistance, il est clair que la tige ayant une résistance plus faible que le reste du circuit, y compris les enroulements de la dynamo, elle restera toujours à une température inférieure à celle admissible pour le circuit et la dynamo. En fait, une tige de cette nature mettrait la dynamo en court circuit et entraînerait la détérioration de la machine.

Nous trouvons en effet dans les tables spéciales qu'un fil de fer de 0,30 m de long et 0,025 m de diamètre a une résistance de 60 ohms. Comme les sections sont en raison directe des carrés des diamètres, la section d'une tige de 0,025 m de diamètre sera un million de fois plus grande que celle de ce fil, de sorte que la résistance de la tige ne serait que la millionième partie de 60 ohms.

Il est impossible de construire une dynamo dans laquelle la résistance des fils soit moindre ; il est donc évident que la dynamo seule ne peut fournir la solution du problème; mais on peut obtenir cette solution par des appareils additionnels dans lesquels l'énergie électrique engendrée par la dynamo est transformée de telle sorte qu'elle soit capable de produire la haute température recherchée.

On compare souvent, pour rendre plus claires les définitions, le courant électrique à l'écoulement de l'eau dans les tuyaux ; ces deux phénomènes ont en effet trois conditions communes : quantité, pression, résistance. Il y a cette différence pourtant qu'avec l'électricité ces trois facteurs ont entre eux des relations très claires, ce qui n'est pas le cas pour l'hydraulique où les relations entre la charge, la quantité d'eau et le frottement dans les tuyaux ne peuvent être exprimés par une équation comme dans le cas de l'électricité. C'est à Ohm que revient l'honneur d'avoir découvert la relation dont il s'agit et qui porte le nom de loi d'Ohm [1].

De son temps, les unités électriques n'étaient pas encore déterminées, et la pression et la résistance étaient représentées par des unités arbitraires; aujourd'hui la loi d'Ohm peut s'exprimer plus clairement, elle est représentée par la formule

$$\text{ampère} = \frac{\text{volt}}{\text{ohm}}$$

qui nous enseigne que, si nous avons besoin d'augmenter l'intensité du courant, nous devrons diminuer la résistance de la dynamo. Tout ce qu'on peut faire, c'est de réduire autant que possible cette résistance, ainsi que l'a fait M. Edison, qui, guidé par de nombreuses expériences, a substitué au fil des barres de cuivre et a pu obtenir ainsi des dynamos capables de porter les

[1] Je demande pardon de m'attarder à l'explication de choses aussi élémentaires que la loi d'Ohm, mais comme un électricien éminent a publiquement déclaré qu'il n'avait jamais pu la comprendre et qu'il ne s'en souciait pas, je crois qu'il est utile de la faire connaître aux commençants qui n'ont ni le temps ni l'argent nécessaires pour trouver toutes choses eux-mêmes. Ils verront que cette loi les renseignera sur des détails tels que grosseur et longueur des fils de bobines, etc., et leur permettra d'obtenir plus directement et plus économiquement les résultats qu'ils peuvent avoir en vue.

filaments de nombreuses lampes à incandescence à une température suffisante pour donner une brillante lumière, mais qui ne peuvent produire assez de courant pour chauffer de grosses barres à très faible résistance.

Heureusement intervient ici l'utilisation pratique d'un fait découvert, il y a quelques cinquante ans par Faraday, à savoir que des courants continuellement interrompus déterminent dans des fils voisins des courants également interrompus. On sait que c'est sur ce principe qu'est basée la bobine d'induction, dite de Ruhmkorff, du nom de l'électricien qui l'a imaginée. Un fil gros et court est enroulé sur un noyau de de fer et soumis à l'action d'un courant interrompu ; il provoque un autre courant dans un second fil long et fin, enroulé sur le premier. On constate aisément que, vis-à-vis du courant primitif, ce second courant a perdu en quantité (ampères) mais gagné proportionnellement en tension (volts).

Si, au contraire, on renverse le jeu de l'appareil et que l'on fasse passer le courant primitif dans le fil fin et long, il y a production dans le fil court et gros d'un courant à intensité plus considérable, mais à tension plus faible.

On a constaté en outre que, lorsque les courants primaires sont fournis par une dynamo à courants alternatifs, les résultats sont beaucoup plus prononcés, et c'est l'utilisation de de cette dernière circonstance qui a permis de porter de grosses barres de fer à la température du rouge blanc nécessaire pour pouvoir les forger.

Dans une exposition récente aux usines de l'Electric Forging C°, de Boston, Mass, établies par M. G.-D. Burton, on pouvait suivre l'application industrielle de ce procédé. Des barres de fer et d'acier de diverses longueurs et épaisseurs ont été traitées; quelques-unes ont été fondues pour montrer la capacité calorifique du courant, d'autres ont été chauffées et portées sous le pilon, pliées, tordues, etc.

Les principaux avantages sont :

1° La surface du fer n'est exposée à aucune flamme ni vent, comme dans la méthode ordinaire ;

2° La barre est chauffée d'une façon égale entre les deux mâchoires qui la maintiennent;

3° La chaleur n'est pas appliquée à la surface pour être transmise dans l'épaisseur, mais se propage au contraire de l'intérieur vers l'extérieur légèrement moins chaud à cause de son exposition à l'air. L'oxydation est ainsi réduite au minimum et la barre reste nette.

Toute cette exposition était du plus haut intérêt ; mais l'une des fabrications les plus intéressantes était celle des boules d'acier pour tourillons sans frottement. La tige d'acier chauffée est engagée par son extrémité chaude dans l'ouverture d'une machine circulaire à révolution qui arrondit l'extrémité et détache la boule. Chaque chauffe fournit six boules à peu près, et, comme pendant le temps que dure leur confection on chauffe une autre barre, la fabrication se poursuit d'une façon continue.

On cherche d'ailleurs à employer ce mode de chauffage d'une façon continue, pour utiliser tout le courant produit. Avec une bonne organisation, le rendement peut être énorme comparativement à celui que l'on obtiendrait par les feux de charbon, sans parler de la propreté des objets fabriqués, etc.

La dépense est des plus minimes, une fois l'installation faite et mise en train. Ainsi, si nous revenons à notre barre de fer de 0,30 m avec 0,025 m de diamètre, nous voyons qu'elle peut être chauffée en deux minutes; une minute et moins suffit pour des barres plus petites, et la dépense est le prix du charbon brûlé pendant ce temps. La force motrice était de 40 chevaux représentant 60 kg de charbon par heure ou 1 kg par minute, valant 0,02 fr. L'économie est encore plus grande pour la fabrication de petits objets tels que les outils en acier, les petits couteaux, etc., de sorte que nous pouvons conclure que le problème de la production économique de la chaleur par l'électricité est aussi complètement résolu aujourd'hui que le fut, il y a dix à vingt ans, le problème de la production économique de l'éclairage électrique.

Une particularité de cet établissement unique, c'est l'absence de chaudières et de machines à vapeur. La puissance est fournie par la station Edison sous forme d'un courant de 40 chevaux actionnant un électromoteur qui, à son tour, met en mouvement les machines-outils et une dynamo à courants alternatifs. De cette dynamo, le courant à haute tension traverse un très grand transformateur de construction particulière qui le convertit en un courant de quantité réduisant la tension à 1 volt et moins. Grace à ce transformateur, un courant de 2 000 volts et 8 ampères peut être ramené à la tension de 1 volt et porté à 16 000 ampères.

(*Electrical Review.*)

L. F.



CORRESPONDANCE

Baden, le 23 novembre 1891.

*Monsieur le directeur de l'*Électricien, *Paris.*

Me référant à la lettre de M. Cazal, je me permets de vous informer qu'il aura oublié seulement de mentionner que son brevet, suivant les communications qu'il m'a faites directement, ne date que du mois d'août de cette année-ci. Ma machine de 300 HP à Lauffen par contre était prête à fonctionner dès les premiers jours d'août; du reste une année avant cette date, plusieurs machines du même type d'une puissance totale d'environ 2 000 HP étaient déjà en cours d'exécution.

Je crois qu'il suffira de citer ces faits pour faire ressortir dans leur véritable jour les prétentions de M. Cazal.

Recevez, etc.

C.-E.-L. Brown.

*Monsieur le rédacteur en chef de l'*Électricien, *Paris.*

L'importante publicité de votre journal m'oblige de recourir à votre bienveillance pour vous prier de publier au sujet de dynamos les faits suivants qui édifieront vos lecteurs sur la paternité d'un système dont je suis l'inventeur breveté et que différentes maisons dénomment :

La Compagnie Edison	Série 1889;
Maison Bréguet	Série spéciale ;
Sautter-Lemonnier	Dynamo Oerlikon ;
Compagnie internationale d'Électricité...........	Système Pieper;
Traction électrique......	Système C.-E.-L. Brown.
Ateliers Œrlikon suisse.	Système C.-E.-L. Brown.

Toutes ces machines présentent l'aspect de celles que construit ma maison et possèdent mon *système inducteur breveté* ; comme système induit, c'est l'enroulement Hefner Alteneck ou dérivés (machines Siemens, Edison, etc.), ou l'enroulement Gramme-Pacinotti (Société Gramme, Sautter-Lemonnier, Pieper, etc.).

Je vous prie d'agréer, etc.

Dorez,

Ingénieur-électricien des anciens ateliers Ed. Legris et fils de Maromme-les-Rouen (Lœvenbruck successeur).

Maromme, le 22 novembre 1891.

CHRONIQUE

Les tramways électriques à Berlin. — Les tramways électriques vont de l'avant à Berlin, rapporte *Engineering*. Le grand projet de réseau aérien Siemens et Halske a été suivi par un autre, à la tête duquel est un syndicat comprenant plusieurs maisons importantes qui ont déjà sollicité des concessions. Un troisième projet présenté par l'« Algemeine Electricitäts Gesellschaft », société qui fournit une grande partie de l'éclairage électrique de Berlin, comprend un système de railways électriques souterrains entre les différentes parties de la ville. Ce dernier projet comporte trois lignes différentes. L'une d'elles se dirigera directement du nord au sud, la seconde de l'est à l'ouest, et la troisième est une ligne circulaire intérieure partant de la « Hallesche Thor », suivant « Königsgrätzerstrasse », passant à « Postdamer » et « Brondersburger-Thor », « Friedrichstrasse Railway station », « Alexanderplatz », « Moritzplatz », et revenant à « Hallesche Thor ». Ces trois lignes seraient à différents niveaux, de manière à éviter toute complication. Aux points où les lignes se croiseront, les différentes stations seront desservies par une combinaison d'escaliers. La ligne du nord au sud aura des voies doubles, et quoique son niveau soit le plus élevé des trois, elle sera à 9 m au-dessous du sol. Cette ligne, qu'on a l'intention de construire en premier lieu, sera constituée par un tunnel en fer recouvert de ciment. Le temps nécessaire pour sa construction est évalué à deux années. Pendant les travaux, le puits du point de départ sera seul visible jusqu'à ce que tout soit terminé. Il y aura quatorze stations, qui seront de deux sortes. Dans les rues, elles ne devront point nuire à l'alignement des bâtiments ; sur les places où l'espace le permettra, on construira des salles d'attente qui seront mises en relation avec la station située au dessous par des escaliers ou des ascenseurs. Où l'espace ne permettra pas d'établir des bâtiments, on louera le rez-de-chaussée d'une maison pour le transformer en salle d'attente, avec les mêmes communications que dans le premier cas. Les trains partiront toutes les trois minutes. Chaque train se composera d'une locomotive électrique et de trois voitures pouvant contenir ensemble 120 personnes. Le prix des places serait uniformément de 0,15 fr. pour la longueur entière de la ligne. Les frais de construction sont évalués à 15 millions et les fonds nécessaires sont déjà assurés.

La téléphonie en Hollande. — Les réseaux téléphoniques interurbains en Hollande vont être considérablement étendus. Pendant le courant de ce mois, des lignes directes vont être posées entre Amsterdam, Rotterdam, Utrecht, Harlem et d'autres villes de moindre importance.

On espère que la ligne Amsterdam, Rotterdam, Bruxelles et Paris sera prête pour le printemps prochain.

L'Éditeur-Gérant : Georges CARRÉ.

Tours, Imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.

2e Série. — Tome II. N° 50 12 Décembre 1891.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LES APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ A L'INDUSTRIE MINIÈRE

NOUVELLES MACHINES DU SYSTÈME THOMSON-HOUSTON

En dehors de son application à l'allumage des amorces et au service des signaux, qui remonte à longtemps déjà, il y a à considérer divers emplois plus récents de l'électricité dans l'industrie minière, et en premier lieu l'éclairage électrique qui a été substitué aux anciennes méthodes d'éclairage des mines.

Les avantages de l'électricité pour cet éclairage se sont montrés tout d'abord d'une manière évidente. Les grands progrès réalisés dans la construction des câbles et de l'appareillage ont permis de vaincre les difficultés rencontrées, et l'éclairage souterrain est actuellement parfait.

Mais si ces avantages sont incontestables, ceux que procure l'application de l'énergie électrique au travail mécanique sont encore plus frappants.

Dans une communication faite au Congrès international des Électriciens de Francfort, M. le Dr J.-D. Otten a traité ce sujet et a parlé en particulier des nouvelles machines minières actionnées par l'électricité.

On avait reconnu de longue date que, pour obtenir une exploitation économique, la main d'œuvre et le travail des animaux devaient être remplacés par un travail mécanique et l'on se servait, dans un très grand nombre de mines, de câbles télédynamiques, d'eau sous pression et d'air comprimé.

Quand la construction des moteurs électriques fut arrivée au degré de perfection actuel, on n'attendit pas longtemps leur introduction dans l'exploitation minière. En effet, la transmission électrique présentait de nombreux avantages sur les autres moyens de transmission, tels que câbles métalliques, vapeur, eau ou air. Ces avantages peuvent être indiqués en peu de mots.

Dans l'exploitation minière, les machines génératrices se trouvent généralement à la surface et éloignées des points où doit agir la force motrice. L'énergie produite par les générateurs est transmise par des câbles, la vapeur, l'eau ou l'air, dans les galeries jusqu'aux endroits où s'effectue le travail.

Si l'on compare les générateurs mécaniques aux générateurs électriques, on remarque que ces derniers sont beaucoup plus simples et d'un fonctionnement beaucoup plus sûr que les autres ; par conséquent, ils demandent moins de réparations. En outre, leur rendement est bien meilleur. On peut en dire autant des moteurs électriques qui transforment, aux endroits même où elle doit être appliquée, l'énergie électrique en énergie mécanique. Mais l'avantage principal de la transmission électrique se trouve dans les conducteurs mêmes qui transportent l'énergie. Les câbles électriques sont plus faciles à placer à cause du peu d'emplacement qu'ils demandent et, à cause de leur flexibilité, ils sont beaucoup plus faciles à installer que les tuyaux pour la vapeur, l'eau ou l'air. Ils ne sont pas sujets, comme ces derniers, à des fuites très fréquentes et donnent, par conséquent, une plus grande sécurité à l'exploitation ; il y a, en même temps, une perte d'énergie beaucoup moindre. Pour de longs tuyaux à vapeur, les pertes par condensation dépassent souvent 50 0/0, la perte tandis que dans les câbles électriques peut être limitée à

5 ou 10 0/0, sans qu'il soit besoin de recourir à de grandes sections de conducteurs; quand il s'agit de très grandes distances, la transmission électrique est même la seule applicable.

Actuellement, grâce aux derniers progrès accomplis, toutes les machines minières peuvent être actionnées par des moteurs électriques.

Comme exemple, nous indiquerons les suivantes :

1° *Machines à travailler la roche :* perforatrices, haveuses;

2° *Machines pour le transport :* locomotives minières, treuils, voitures pour le roulage, pompes, etc.;

3° *Machines pour le traitement des minerais ;*

4° *Ventilateurs.*

On trouve actuellement aux États-Unis de nombreuses mines dans lesquelles tous les appareils d'élévation marchent par l'électricité. Nous mentionnerons ici un cas spécial.

Dans la ville d'Aspen (Colorado) la force motrice pour les mines est produite par 8 turbines de 150 chevaux chacune. L'eau nécessaire est prise dans un réservoir distant de 5 km, formé par le barrage d'une rivière et amenée par des tuyaux, sous une différence de niveau de 266 m.

Les turbines font marcher des machines dynamo-électriques qui éclairent la ville et les galeries de mines. Une partie du courant actionne des moteurs électriques de puissance variant entre 3 et 75 chevaux, éloignés en moyenne de 3 km de la station des turbines. Ces moteurs font rouler des bennes, marcher des locomotives électriques, des pompes, etc.

Depuis deux ans, cette installation est en plein fonctionnement.

Les seules machines de l'industrie minière pour le fonctionnement desquelles l'air ait conservé ses avantages jusqu'à ce jour sont les perforatrices et les haveuses. Il est vrai qu'on a construit des perforatrices rotatives marchant à l'électricité; mais elles ne peuvent être appliquées qu'au percement des corps tendres, tels que charbon, sel gemme, ardoise; pour les roches dures, il faut employer des perforatrices à percussion. Dans cet ordre d'idées, la perforatrice pneumatique continue à donner des résultats excellents; c'est elle qui a servi aux grands travaux de percement du mont Cenis, du Gothard, de l'Arlberg, etc.

On a réussi, cependant, à donner un mouvement alternatif au foret de la perforatrice en transformant le mouvement rotatif du moteur électrique; mais, pour arriver à ce résultat, il faut un mécanisme compliqué, entraînant une grande perte d'énergie et causant une usure trop rapide des parties mobiles, ce qui amène naturellement des arrêts fréquents dans le travail.

Les conditions auxquelles une perforatrice destinée au percement des galeries souterraines, tunnels ou carrières doit satisfaire sont les suivantes : construction simple et solide pour résister aux causes extérieures d'avaries, faible volume et faible poids, transport facile. En effet, dans aucune application des moteurs on ne se trouve aussi gêné sous le rapport de l'emplacement que dans le percement des galeries; de plus, la perforatrice, aussitôt le travail fait, doit pouvoir être entraînée rapidement hors du cercle dangereux.

Une perforatrice ne doit comporter également qu'un petit nombre de pièces mobiles, afin de réduire l'usure au minimum.

Les réparations, dans les endroits éloignés où l'on ne dispose pas de l'outillage nécessaire, sont difficiles et les arrêts de travail sont plus nuisibles dans les mines que dans n'importe quelle autre exploitation.

Jusqu'à ces derniers temps, les perforatrices pneumatiques répondaient à la plupart

de ces conditions ; mais on ne pouvait obvier au manque de sécurité des conduites d'air, dont l'établissement et l'entretien étaient, en outre, très onéreux.

M. Ch. Van Depoele, ingénieur de la Compagnie Thomson-Houston, vient de construire une perforatrice électrique satisfaisant à tous les desiderata indiqués ci-dessus. Son invention est basée sur l'excitation d'un solénoïde par des courants intermittents et des courants alternatifs, ceux-ci fournis par ce même solénoïde et imprimant au noyau en fer intérieur un mouvement de va-et-vient.

Ce principe est encore appliqué dans d'autres appareils fonctionnant par percussion ou par mouvement alternatif, comme marteaux, machines à river, pompes, etc.

Toutes les données relatives aux derniers perfectionnements apportés aux nouvelles machines du système Van Depoele ayant été mises à notre disposition, il nous est possible de décrire ces machines, aussi intéressantes par leur nouveauté que par la manière ingénieuse dont l'inventeur a tiré parti du principe, d'ailleurs bien connu, qui en est la base.

On a depuis longtemps essayé d'utiliser dans les moteurs les mouvements d'un noyau de fer placé dans l'axe de solénoïdes et actionné par le courant qui traverse ceux-ci. On se servait, pour obtenir le mouvement alternatif du noyau, de la commutation du courant ou de l'introduction et de l'élimination successives de plusieurs bobines composant le solénoïde ; mais la pratique a montré que ce mode de production du mouvement du noyau ne présentait pas de grands avantages.

M. Van Depoele est le premier qui ait réussi à appliquer dans ces conditions des courants absolument fermés, sans produire ni rupture ni fermeture. A cet effet, il excitait

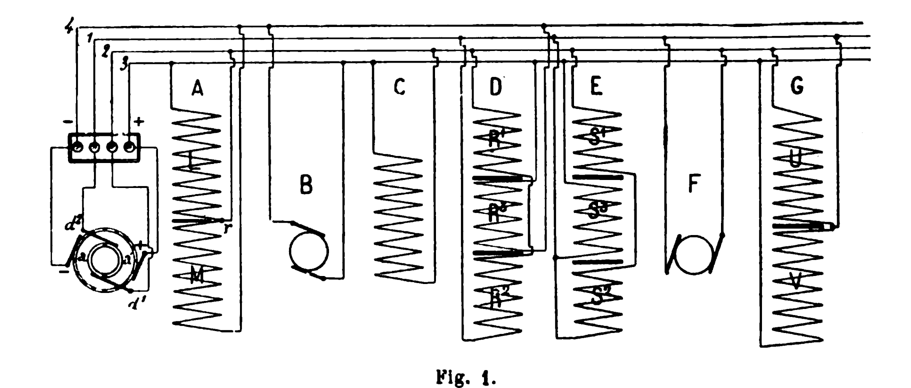


Fig. 1.

un système de solénoïdes en combinant un courant continu ordinaire, un courant intermittent et un courant alternatif dont l'intensité variait de zéro au maximum. Dans le premier appareil qu'il construisit, il employait le courant continu et le courant alternatif obtenus simultanément en ajoutant sur une machine à courant continu deux anneaux collecteurs dans lesquels passait une partie du courant avant qu'il ne fût redressé par le collecteur à lames ordinaires.

Sur la figure 1, on voit les commutateurs d'une dynamo disposés de cette manière. Les deux balais du collecteur, désignés par les signes + et —, fournissent le courant continu dans les conducteurs 3 et 4, tandis que les balais d^1 et d^2 prennent le courant alternatif sur l'anneau *aa'*. Les conducteurs 1 et 2, qui sont reliés aux balais d^1 et d^2, sont parcourus par ce courant alternatif.

La figure 1 indique schématiquement comment ces quatre conducteurs peuvent être combinés deux à deux ou plusieurs ensemble, de manière à pouvoir servir pour l'éclairage, pour actionner les moteurs rotatifs ou pour produire le mouvement alternatif.

A est le schéma d'une machine électro-magnétique à mouvement alternatif composée de deux bobines, L et M. Ces bobines sont mises en série et placées en dérivation sur les conducteurs 3 et 4 du courant continu. Le milieu de ces deux bobines r est réuni à l'un des conducteurs du courant alternatif; dans le cas indiqué, r est relié au conducteur 2. L'anneau du collecteur a (qui est réuni à ce conducteur du courant alternatif) passe, pendant la rotation, alternativement devant le balai positif et devant le balai négatif de la dynamo, de sorte que les bobines L et M sont alternativement excitées et mises en court circuit.

Il est évident que, dans ces conditions, le noyau en fer placé dans ce système sera soumis à des mouvements de va-et-vient. Nous aurons encore l'occasion de revenir sur ce dispositif.

B représente un moteur à courant continu qui prend le courant sur les conducteurs 3 et 4.

C représente une bobine unique dont une des extrémités est réunie au conducteur positif 3, et l'autre au conducteur du courant alternatif 2. A chaque tour de l'induit de la machine génératrice cette bobine recevra une impulsion de courant.

D montre le circuit d'une machine électro-magnétique à mouvement alternatif dans laquelle la bobine moyenne R^3 est parcourue par un courant continu et les deux bobines extérieures R^1, R^2 par un courant alternatif.

E est le schéma d'une autre combinaison des bobines disposées d'une manière analogue, dans laquelle la bobine moyenne S^3 est excitée par un courant continu intermittent, obtenu par la réunion de l'une des extrémités au conducteur du courant continu 3, tandis que l'autre extrémité est reliée au conducteur 2 du courant alternatif.

F représente un moteur à courant alternatif mis en mouvement par les conducteurs 1 et 2.

Enfin G est une combinaison de deux bobines dont l'une, V, se trouve parcourue par des courants intermittents et continus, et l'autre, U, par un courant alternatif variant de zéro au maximum.

On voit quelle quantité de combinaisons il est possible d'obtenir avec un système de ce genre. Cette diversité de dispositions permet d'actionner les différents outils et machines nécessaires à l'exploitation minière avec un seul générateur.

(*La fin au prochain numéro*). J.-L. E.

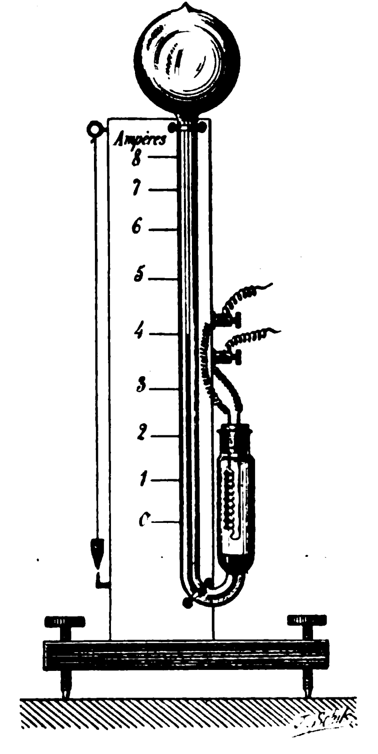
AMPÈREMÈTRE DE M. DEBRUN

M. Debrun nous communique la description d'un ampèremètre très simple, facile à construire pour un amateur, et présentant l'avantage de fonctionner avec des courants alternatifs ou un courant continu sans changement de graduation.

Cet appareil, dérivant du thermomètre de Kinnersley, est fondé sur l'échauffement d'une masse d'air par une résistance placée dans le courant principal. La figure indique suffisamment le mode de construction et de fonctionnement de l'appareil. La résistance en ferro-nickel est calculée pour l'intensité moyenne que peut indiquer l'instrument. Le liquide est formé d'un mélange d'eau et de glycérine coloré par de la fuschine. Pour éviter la soudure du fil dans le verre de l'ampoule, M. Debrun emploie un bouchon cuit dans le

baume de Canada et luté avec du mastic de Golaz ; il obtient ainsi une étanchéité qui, paraît-il, est indéfinie.

L'appareil se gradue par comparaison avec un ampèremètre ordinaire et un courant continu. Étant basé sur un principe calorimétrique, il est évident qu'il peut servir aux courants alternatifs et, qu'à la même dénivellation du liquide, correspond une même intensité efficace.



Cet appareil est indépendant de la pression extérieure, puisqu'il est entièrement fermé. Il est aussi à peu près indépendant de la température.

Néanmoins, comme le niveau ne reste constant que quand la quantité de chaleur fournie par l'échauffement du fil est égale à la quantité perdue par rayonnement pendant le même temps, cet appareil doit être manié avec les mêmes précautions que les thermomètres de Leslie et les autres appareils du même genre.

On pourrait craindre que l'équilibre ne s'atteigne qu'au bout d'un certain temps ; mais il n'en est rien, parait-il, et les indications seraient presque brutales.

On peut également s'en servir comme voltmètre, en mettant un fil très fin et en complétant la résistance nécessaire par une bobine extérieure.

Nous ne croyons pas que M. Debrun ait eu l'intention de faire de son ampèremètre un instrument de grande précision, mais il est simple, facile à construire et convient à tous les courants ; aussi avons-nous cru bien faire en le signalant à nos lecteurs.

P. S.

NOTES PRATIQUES A L'USAGE DES ÉLECTRICIENS AMATEURS

CONSTRUCTION D'UN PETIT MOTEUR ÉLECTRIQUE

Le petit moteur qui va être décrit a une puissance suffisante pour actionner une machine à coudre ordinaire ou un petit ventilateur d'appartement, lorsqu'il fonctionne avec le courant d'une batterie de six éléments de pile au bichromate ayant des lames de zinc de 28 × 12 cm et des doubles charbons de même dimension.

La figure 1 donne l'élévation et la figure 2 le plan de ce petit moteur qui peut être construit sans trop de difficulté ni de dépense en se servant d'un tour ordinaire.

L'induit comporte deux bobines et l'armature six. Nous nous occuperons d'abord de la construction des carcasses de ces bobines qui sont toutes les huit du même modèle.

On prendra une tige cylindrique de fer doux de bonne qualité, ayant 13 mm de diamètre et parfaitement dressée, pour constituer les noyaux.

On coupera ensuite dans cette tige huit longueurs parfaitement égales ayant chacune

31 mm. La figure 3 montre un de ces noyaux en grandeur d'exécution. Les huit petits cylindres ainsi obtenus seront parfaitement centrés.

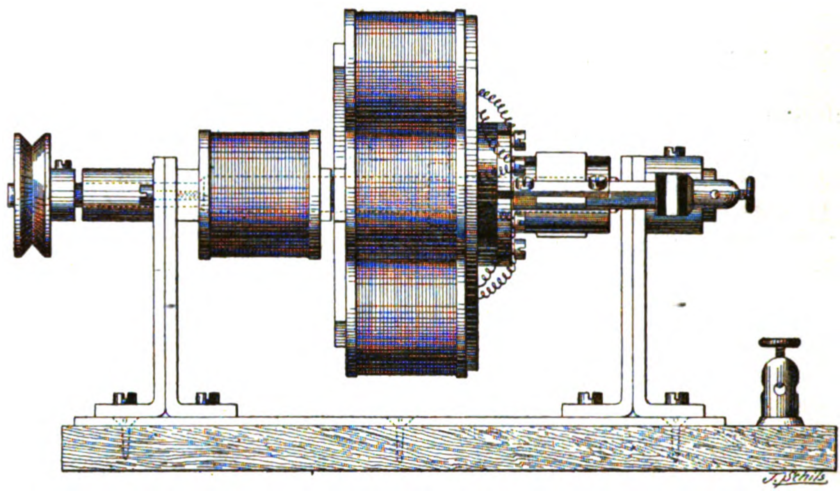


Fig. 1.

Cela fait, on découpera 16 rondelles en bois, ou mieux en ébonite, de 35 mm de

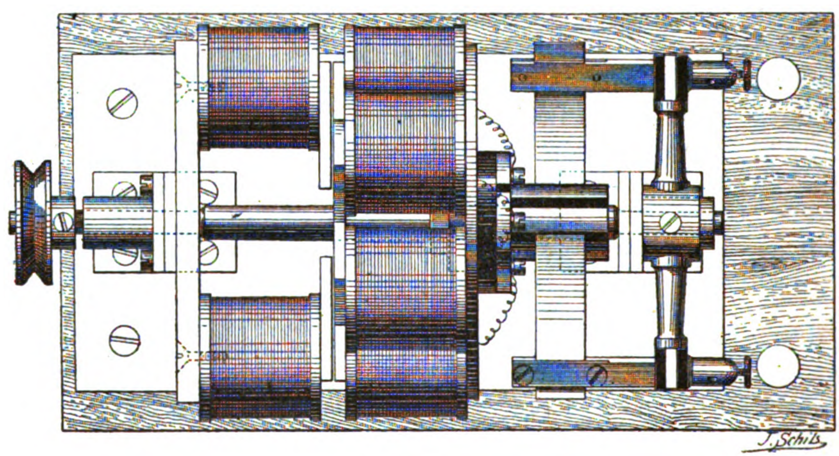


Fig. 2.

diamètre (fig. 4) et de 3 mm d'épaisseur. Ces rondelles seront percées en leur centre d'un trou de 13 mm de diamètre permettant de les glisser à frottement dur sur les noyaux des bobines. On ajustera une de ces rondelles, formant les joues, à chacune des extrémités des noyaux. On aura ainsi les carcasses complètes des huit bobines. Il restera entre les joues de chacune d'elles un intervalle de 25 mm de

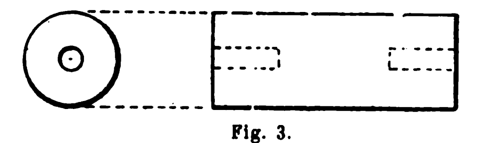


Fig. 3.

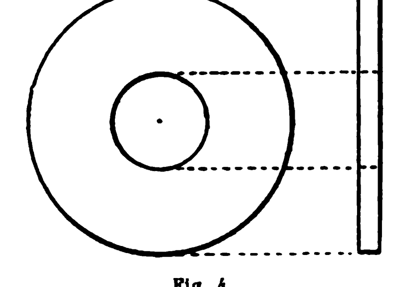


Fig. 4.

longueur destiné à recevoir le fil enroulé. On peut remplacer les joues en bois par des

joues en fer rivées sur les noyaux, qui, dans ce cas, devront avoir la forme indiquée par la figure 11.

Les six bobines de l'armature seront montées sur un disque de fer, comme on le voit sur la figure 5 qui donne les dimensions d'exécution.

Ce disque de fer aura 94 mm de diamètre et une épaisseur suffisante pour rester bien rigide; 3 mm d'épaisseur suffiront. On peut également le découper dans un morceau de fonte douce. On obtiendra encore un meilleur résultat en superposant plusieurs feuilles de tôle, isolées entre elles par du papier, et maintenues à l'aide des vis qui serviront à fixer les bobines.

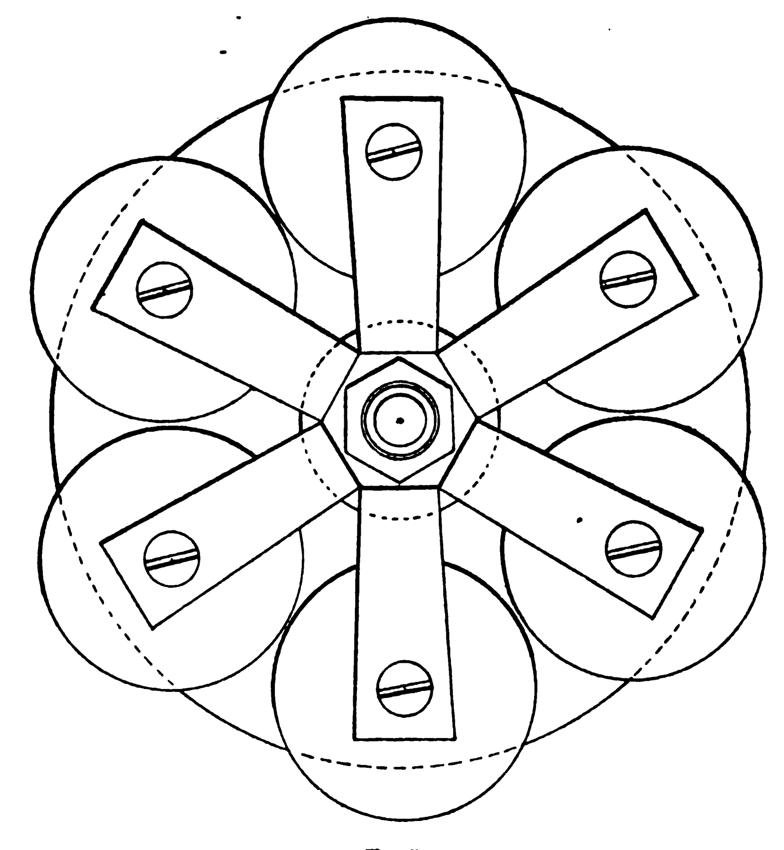



Fig. 5.

Fig. 6.

On pratiquera au centre du disque un trou de 9,5 mm de diamètre; le pourtour et les faces du disque devront être dressés de manière à ce qu'il tourne bien rond. On tracera ensuite un cercle concentrique de 72 mm de diamètre sur lequel on taraudera six trous équidistants destinés à recevoir les vis d'attache des bobines; il est nécessaire que ces dernières soient bien à égale distance l'une de l'autre et que leurs axes soient bien placés sur le cercle qu'on a tracé.

L'arbre du moteur représenté en grandeur d'exécution sur la figure 6 devra être en acier. On pourra ne tourner que la partie destinée à recevoir le disque de l'armature qui viendra s'appliquer contre



le collet et sera ensuite solidement maintenue à l'aide de l'écrou que présente la figure 7. Les extrémités de l'arbre qui doivent reposer sur les coussinets seront tournées seulement après que ces derniers auront été terminés.

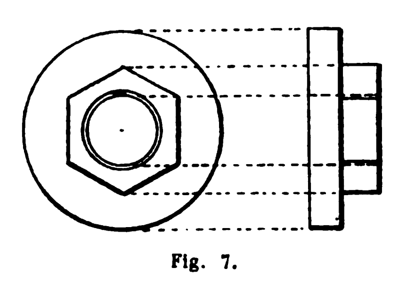


Fig. 7.

Le disque étant ainsi monté sur l'arbre, on fixera les six carcasses de bobine. Cela fait, on placera l'ensemble sur le tour pour vérifier s'il tourne bien rond et s'il est bien équilibré.

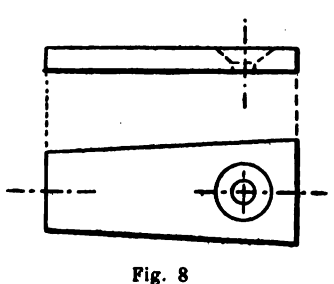


Fig. 8

Pour constituer les pièces polaires des huit bobines, on découpera dans un morceau de fer doux huit lames de la forme indiquée par la figure 8, qui donne également les dimensions d'exécution. Chacune d'elles sera percée d'un trou fraisé pour recevoir la vis qui servira à la fixer sur le noyau de la bobine.

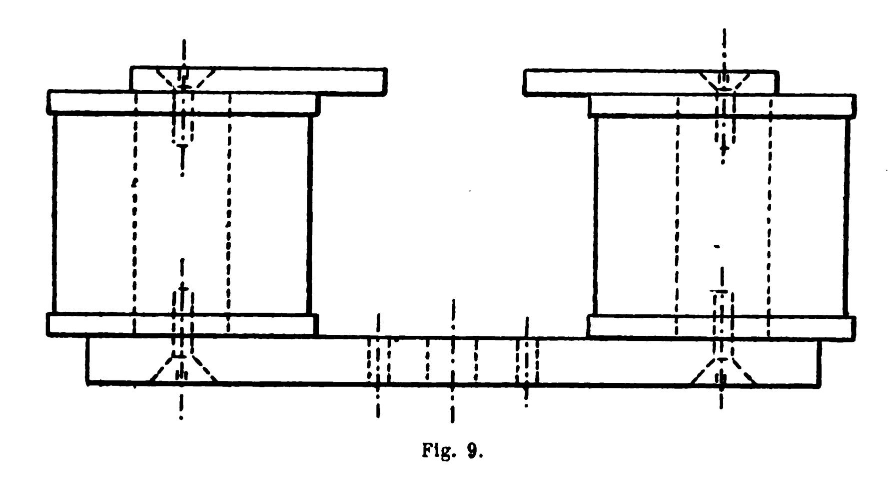


Fig. 9.

L'inducteur, comprenant deux bobines identiques à celles de l'armature, sera établi en fixant les deux carcasses, comme on le voit sur la figure 9, sur une pièce de fer doux ou culasse ayant 13 mm de largeur sur 94 de longueur et 6 d'épaisseur.

Cette pièce de fer sera percée en son centre d'un trou de 6,5 mm de diamètre pour le passage de l'arbre.

Les paliers, devant servir de support à l'arbre, seront établis à l'aide de plaques de cuivre ou de laiton de 2,5 mm à 3 mm d'épaisseur, assemblées deux à deux soit par soudure, soit à l'aide de vis. L'extrémité inférieure de ces plaques sera repliée à angle droit de manière à obtenir une sorte de cornière. La figure 10 donne les dimensions d'exécution et la forme d'un de ces paliers que l'on fixera par des vis sur le bâti du moteur.

Pour établir les coussinets qui devront supporter directement l'arbre, on se servira d'une tige de cuivre ou de bronze qu'on ajustera dans un trou percé à hauteur convenable dans le palier et qu'on fixera soit par soudure, soit par des rivets. Une fois ajustée, on la percera en son centre d'un trou de 6,2 mm de diamètre, qui recevra l'extrémité de l'arbre. Les trous des deux coussinets devront être percés bien exactement dans la direction de l'axe de l'arbre du moteur. La figure 10 donne les dimensions de la tige de cuivre qui doit dépasser la largeur du palier d'environ 20 mm.

Les deux coussinets terminés, on tournera les tourillons de l'arbre de manière à ce qu'ils s'ajustent bien dans les coussinets. Il est plus facile de rectifier et d'ajuster les tourillons que les coussinets.

Le socle du moteur sera établi en bois sec et suffisamment épais. Ses dimensions sont 218 × 108 mm et 8 mm d'épaisseur. Pour lui donner plus de solidité et éviter les inconvénients résultant du travail du bois, on interposera entre le moteur et le socle une feuille de laiton ou de cuivre, indiquée du reste sur le dessin de ces deux figures.

L'inducteur avec sa culasse sera fixé par deux vis sur le palier de gauche et l'ouververture ménagée au centre de la culasse donnera libre passage à l'arbre.

Pour constituer le commutateur, on fera fondre un manchon de bronze de la forme indiquée sur les figures 1 et 2. Ce manchon devra avoir 32 mm de longueur, 20 mm de diamètre dans la partie la plus étroite et 38 mm de diamètre dans sa partie la plus large. Cette dernière ou collier aura 4 mm d'épaisseur. Le manchon sera divisé

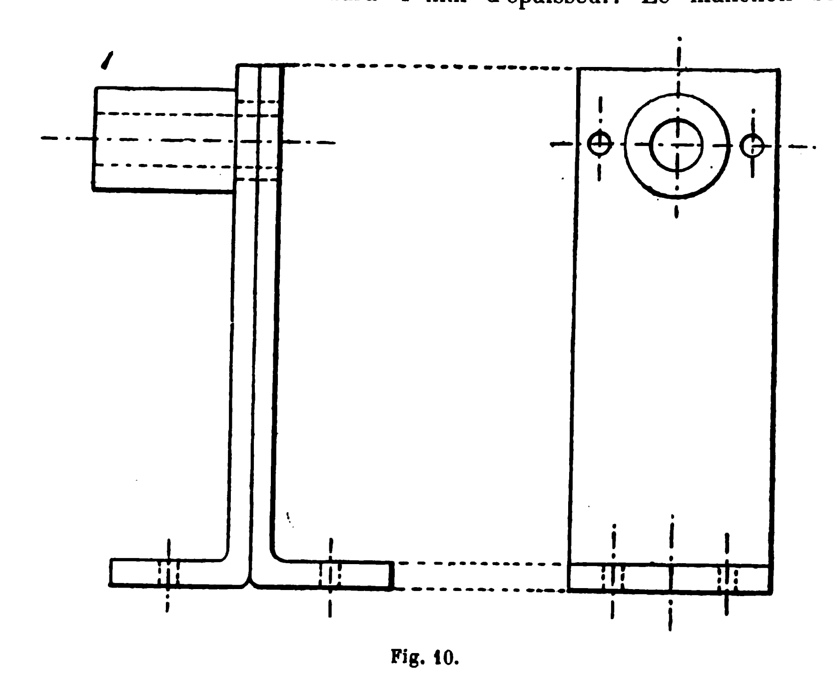


Fig. 10.

en six segments égaux, soigneusement repérés, que l'on détachera l'un de l'autre à la scie.

On calera sur l'arbre un manchon en substance isolante, en ébonite par exemple, de 37 mm de longueur totale, 14 mm de diamètre extérieur pour la partie la plus étroite et 38 mm pour la partie la plus large, dont la face viendra s'appliquer exactement contre le disque de fer de l'armature. Le diamètre de l'ouverture du manchon de bronze devra être égal au diamètre extérieur du manchon isolant.

Chaque segment sera vissé sur le rebord du manchon isolant et sera isolé des segments voisins par des lames de mica. Comme on le voit sur les figures 1 et 2, chacun des segments sera muni d'une vis sous laquelle on fixera les fils de l'armature comme il sera indiqué plus loin.

Les balais seront constitués chacun par des lames minces de cuivre laminé dur, ayant 20 mm de largeur et 48 mm de longueur. Pour augmenter leur élasticité, on aura soin de fendre chacune de ces lames sur presque toute sa longueur, depuis l'extrémité libre jusqu'à celle qui est prise dans le porte-balais.

**

Le porte-balais consistera en une tige de cuivre pouvant tourner autour de son centre et montée à cet effet sur une douille fixée au palier et concentrique à l'arbre, comme le montrent les figures 1 et 2. A chacune des extrémités de cette tige on percera un trou qui recevra une cheville mortaisée, isolée de la tige par un manchon et des rondelles isolantes, ébonite ou fibre vulcanisée. Chaque cheville porte, à son extrémité opposée au balai, une partie filetée sur laquelle se visse une borne destinée à servir d'écrou et à recevoir en même temps les fils de connexion.

Les pièces ainsi montées, reste à faire l'enroulement des bobines.

Celles de l'armature recevront du fil de 1 mm de diamètre à double enveloppe de coton. Les deux extrémités de l'enroulement de chaque bobine passeront chacune à travers un trou pratiqué dans le disque dont on aura soin de les isoler parfaitement à l'aide d'une garniture de caoutchouc, et on les amènera aux barres du commutateur. Il faut que les bobines de l'armature portent toutes les six la même longueur de fil.

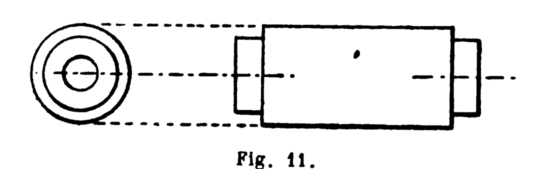


Fig. 11.

Les connexions des fils de l'armature peuvent se faire de deux manières différentes :

1° On peut relier ensemble les deux extrémités intérieures de l'enroulement de deux bobines diamétralement opposées et les relier à un des segments du commutateur, tandis que les extrémités extérieures de l'enroulement des deux mêmes bobines seront reliées au segment diamétralement opposé du commutateur. Dans ces conditions, l'armature pourra être considérée comme s'il y en avait trois ; le moteur fonctionnera, mais il n'y aura jamais qu'une seule des trois armatures qui sera en circuit. C'est pourquoi le mode de connexion suivant est préférable ;

2° L'extrémité intérieure de l'enroulement d'une première bobine est reliée à l'extrémité extérieure de la bobine voisine et les deux sont fixées ensemble sur un des segments du commutateur. L'extrémité intérieure de cette deuxième bobine est reliée de même à l'extrémité extérieure de la troisième bobine, et ainsi de suite. On a ainsi un enroulement analogue à l'anneau Gramme.

Les bobines de l'inducteur seront enroulées de fil à double enveloppe de coton de 0,5 mm de millimètre de diamètre si l'enroulement est en dérivation ; mais on peut employer du fil de 1 mm si l'enroulement de l'inducteur est en série.

Il est évident que les pièces polaires des bobines de l'armature et de celles de l'inducteur devront être dans des plans parfaitement parallèles et aussi rapprochés que possible. Un intervalle de 1 mm est largement suffisant.

La poulie devra avoir la forme indiquée sur les figures 1 et 2, elle aura un diamètre de 32 mm et une largeur de 10 mm. La gorge aura 4 mm de profondeur.

L'ensemble du moteur, y compris le socle, pèse environ 2,600 kg.

Nous donnerons dans un article prochain la description d'un moteur destiné également à actionner une machine à coudre, mais d'un modèle différent.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

La transmission de l'énergie par l'électricité

Par Gisbert Kapp [1]

III

Je choisirai comme exemple de grande installation pour la transmission de l'énergie par l'électricité, l'installation faite, il y a quelques mois, pour l'utilisation dans les filatures de Schaffouse de la force motrice fournie par la chute du Rhin. L'exemple tire un intérêt particulier de ce fait qu'il a été établi dans le pays même où la transmission télédynamique a vu le jour et où elle régne sans conteste. Les admirables travaux des Redtenbacher, des Amslet et autres sont en effet restés des modèles du genre qu'on a imités sans pouvoir les perfectionner. Il n'est guère d'usine un peu importante de la Suisse et de l'Allemagne du Sud qui ne comporte une transmission par câble. Cette prépondérance de transmissions télédynamiques s'expliquait moins par leur perfection que par le défaut de mode meilleur. Aujourd'hui, l'électricité va détrôner le câble et cela se conçoit aisément. Tout d'abord la capacité de transmission des câbles est très limitée. La Commission du Niagara, qui, au cours de l'an dernier, a visité un grand nombre d'installations en Europe, indique dans ses conclusions le chiffre de 330 chevaux-vapeur comme le maximun d'énergie pouvant être transmis par un câble simple, de sorte que le transport de forces supérieures exige l'emploi de plusieurs câbles, ce qui entraîne naturellement des complications dans l'installation.

Je n'ai pas besoin de dire que l'électricité ne connaît pas ces limites.

La transmission par câble implique d'ailleurs d'autres difficultés : l'usure est très rapide, les supports de la ligne doivent être très solides, partant sont coûteux ; ils sont influencés par les intempéries, produisant tantôt des tensions excessives, tantôt, au contraire, des glissements. Ce sont ces considérations qui ont amené les directeurs des filatures de Schaffouse à adopter une transmission électrique sur le point même où la transmission par câble avait obtenu un si vif succès et avait reçu les développements les plus parfaits.

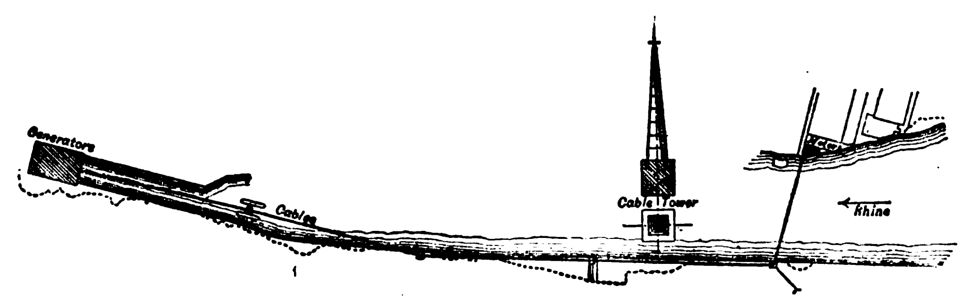


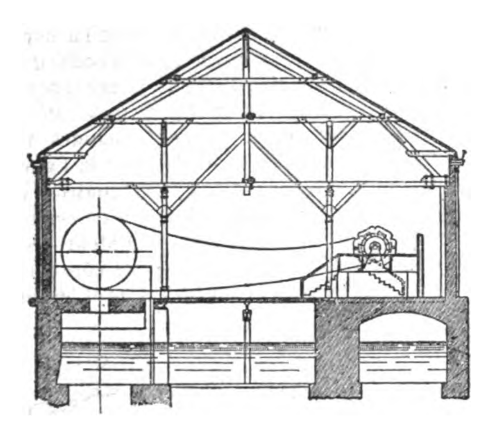
Fig. 7.

Le diagramme (fig. 7) donne le plan d'ensemble de la ligne. Les filatures sont sur une rive et la station génératrice sur l'autre rive du Rhin ; la distance qui les sépare est d'environ 700 m. La station génératrice offre la place suffisante pour l'installation de 5 turbines de 350 chevaux-vapeur : 4 de ces turbines sont en place, mais jusqu'ici 2 seulement sont reliées à la transmission électrique. L'énergie de ces deux turbines est vendue à la Compagnie des filatures, à raison de 70 fr (2 £ 16 sh) par an par cheval-vapeur et pris sur les poulies (fig. 8). Les turbines sont horizontales et leur axe vertical est relié par un engrenage conique aux poulies à cordes, qui actionnent à leur tour les 2 dynamos génératrices par une transmission établie avec câbles en coton. Les dynamos sont des machines à 6 pôles pouvant donner chacune 330 ampères à 624 volts et couplées en quantité. L'installation, à part les engins hydrauliques, a été établie par M. Brown, à l'obligeance duquel je dois les détails que je vous communique. La partie électrique du travail a été faite par les usines d'Œrlikon. La ligne se compose de 4 câbles (de chacun 280 mm carrés de section) ; elle est supportée en quatre points de son parcours entre les terminus. L'un des supports intermédiaires n'est autre chose que l'ancien bâtiment des turbines, qui autrefois actionnaient la transmission par câble ; les autres supports sont des tours en fer de 14 m de haut, telles que le montre le croquis de la figure 1. L'espace libre entre les supports est de 100 m à la traversée de la rivière et de 130 m le long de la rive.

Comme vous le pensez, la pose des câbles et leur isolement n'ont pas été sans difficultés consi-

[1] Voir n° 46, p. 334, n° 48, p. 374 et n° 49, p. 396.

dérables. On ne pouvait songer à se servir des isolateurs en verre ou en porcelaine ordinairement employés, il fallait quelque chose de plus robuste. Voici à quelle solution on s'est arrêté. Près du sommet de chacune des 4 tours supports, sont fixées au bâti de la tour 4 boîtes analogues à celle représentée sur la figure 9, une par ligne de câbles. La boîte intérieure joue le rôle de pièce de jonction entre les extrémités des câbles dont les brins sont écartés comme le



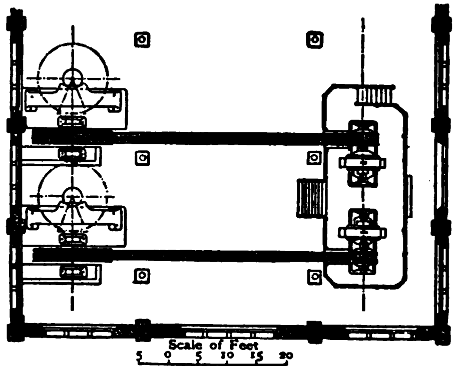


Fig. 8.

montre la figure. Du zinc fondu coulé dans la boîte assure une communication électrique parfaite, en même temps qu'il assure la répartition de tension aussi également que possible entre tous les fils constitutifs du câble, ce qui permet à celui-ci de résister à des tensions considérables. Une seconde boîte entoure la boîte intérieure, et l'intervalle intermédiaire est rempli de soufre, qui constitue un excellent isolateur et offre une solidité suffisante pour résister aux efforts considérables développés par ces câbles fort pesants.

Dans les pays de montagnes, où les orages sont fréquents et violents, la protection des lignes contre la foudre est de première importance. Sur la ligne qui nous occupe, cette protection est obtenue de deux manières : c'est d'abord un câble d'acier tendu au-dessus des 4 conducteurs et relié électriquement aux supports et par leur intermédiaire à la terre. La foudre gagnerait la terre en suivant ce câble et l'une des tours supports, plutôt que la ligne de conducteurs. Mais la foudre a souvent des effets fort capricieux, ainsi que l'a montré ici expérimentalement M. le professeur Lodge dans ses admirables « Mann Lectures » de 1888 ; aussi a-t-il été nécessaire de prévoir les décharges qui, pour une raison ou pour une autre, s'écarteraient de la voie qui leur est préparée. C'est en vue de ces décharges que 4 parafoudres — un pour chaque câble de transmission — ont été installés à chacune des deux stations terminus. Ces paratonnerres consistent en une paire de plaques dentelées dont l'une est fixe et l'autre mobile. Si la foudre n'atteint qu'un câble, elle gagne la terre par les plaques correspondantes et n'occasionne aucun dommage. Dans le cas où un câble positif et un câble négatif se trouveraient trappés simultanément, l'arc auquel donnerait lieu le passage de la décharge entre les plaques offrirait une dérivation suffisante, autrement dit la génératrice serait mise en court circuit. La mobilité de l'une des plaques a pour but d'interrompre le court circuit avant qu'aucune avarie ne soit survenue aux appareils. Cette plaque est reliée au noyau

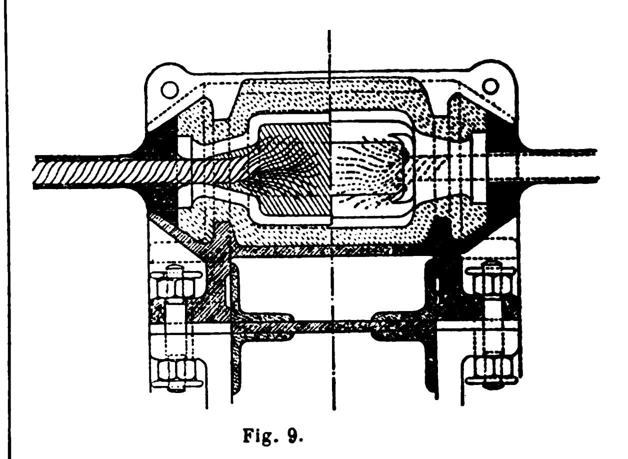


Fig. 9.

d'un solénoïde à travers lequel doit passer le courant du court circuit, de sorte que cette plaque, attirée par l'action même du courant, s'éloigne de la plaque fixe et agit à la façon d'un coupe-circuit automatique.

La station génératrice comporte deux dynamos

de 300 chevaux-vapeur, couplées de façon à donner une tension constante de 600 volts à la station réceptrice, la perte sur la ligne étant, à pleine charge, de 24 volts. Ces dynamos sont à armatures en tambour avec enroulement en série; elles tournent à 200 tours par minute. Le tableau ci-après résume les données principales concernant ces machines et les dynamos réceptrices.

TRANSMISSION DE FORCE DE SCHAFFOUSE

	GÉNÉRATRICES	MOTEURS CONJUGUÉS	PETITS MOTEURS
Nombre de machines	2	1	2
Force normale en chevaux-vapeur	300	380	60
Nombre de pôles du champ inducteur	6	6	2
Tours par minute	300	300	350
Tension aux bornes	624	600	600
Intensité normale du courant (ampères)	330	500	81
Diamètre de l'armature (mètres)	1,207	1,080	0,600
Longueur du noyau d'armature (mètres)	0,508	0,517	0,572
Épaisseur radiale du noyau d'armature (mètres)	0,203	0,178	0,120
Section du noyau d'armature (mm carrés)	66,4	50,3	22,6
Nombre de conducteurs sur l'armature	316	316	540
Nombre de segments du commutateur	153	153	90
Perte pour cent dans l'armature	1,46	1,52	2,7
Induction dans l'armature en unités CGS	7500	7600	15800
Résistance du shunt (ohms)	140	143	295
Perte pour cent dans le shunt d'excitation	1,35	1,68	—
Tours de conducteur par inducteur	6	4	—
Perte pour cent dans le conducteur d'excitation	3	2	—
Type de l'armature	tambour	tambour	cylindre

Les génératrices sont représentées par la figure 10; la figure 11 représente le moteur couplé qui reçoit la plus grosse part de l'énergie, le reste étant pris par une paire de moteurs à deux pôles placés dans d'autres parties de la filature et qui sont du type ordinaire. Le moteur couplé est réglé pour 380 chevaux-vapeur et les moteurs simples par 60 chevaux chacun, soit en tout 500 chevaux nets mesurés au frein sur l'arbre de distribution de la filature. La transmission des moteurs à cet arbre principal s'effectue par des câbles en coton comme le montre la figure 11. Grâce à la disposition choisie, de transmission de part et d'autre, les efforts latéraux exercés sur les coussinets du moteur sont très faibles.

Une particularité intéressante et nouvelle du système, c'est le dispositif adopté pour la mise en marche graduelle sans faire usage de résistances. Dans mes expériences au cours de la conférence dernière, je me suis servi d'un courant fourni à tension constante et, pour avoir une mise en route graduelle du moteur, en évitant les étincelles au commutateur, j'ai été obligé d'insérer dans le circuit de l'armature une résistance variable, qui fut enlevée après que le moteur eut acquis une vitesse suffisante. Avec de petits courants, il n'y a pas d'inconvénient sérieux à se servir d'une résistance de ce genre, mais quand il s'agit de centaines d'ampères et de l'absorption de plusieurs chevaux de force, ce procédé devient très incommode. C'est pour y échapper que M. Brown a imaginé une méthode très ingénieuse de couplage des lignes et des machines représentée dans ses traits essentiels par la figure 12. Ainsi que je l'ai déjà dit, il y a quatre câbles, deux positifs et deux négatifs. Trois de ces câbles ne sont pourvus d'aucun commutateur pour la mise en marche (le dessin laisse de côté tous les appareils nécessaires pour les essais et les engins

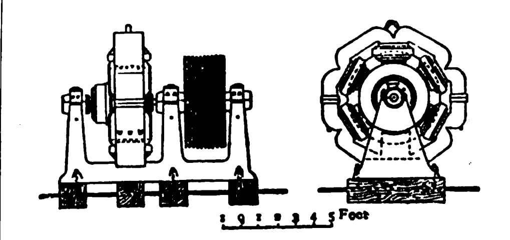


Fig. 10.

de sûreté qui n'interviennent pas pour la mise en marche). Supposons positifs les deux câbles extérieurs et négatifs les deux câbles intérieurs. Chaque paire de câbles est bouclée aux deux extrémités, mais un commutateur est inséré sur le câble intérieur de droite à la station motrice. Imaginons la machine au repos et ce commutateur ouvert. Pour mettre en marche, la génératrice G_1, actionnée par la turbine, est mise en mouvement jusqu'à ce que cette machine soit excitée par son propre shunt. En suivant les connexions sur la figure, on voit que les shunts des trois autres machines seront excités en même temps. Les champs des moteurs sont donc dès lors excités, et si nous faisons partir lentement la seconde génératrice G_2, un courant d'intensité graduellement croissante sera lancé à travers les deux moteurs et le dernier de ceux-ci partira graduellement. A mesure qu'ils acquièrent de la vitesse, leur force contre-électromotrice, indiquée par un voltmètre placé à la station génératrice, augmente aussi graduellement; quand elle est devenue égale à la force électromotrice indiquée par un second voltmètre relié au courant de la première génératrice G_1, le mécanicien ferme le commutateur, l'opération de mise en marche est terminée. Il faut noter que, lors de la fermeture du commutateur, il n'y a aucune variation brusque de courant puisque la

tension est approximativement la même sur les deux côtés du commutateur.

A l'origine, les moteurs avaient été prévus comme machines en dérivation; mais on reconnut bientôt que, par suite du peu d'importance de la résistance de l'armature et de la réaction d'armature, il était très difficile d'arriver à une bonne répartition de la charge. M. Brown a surmonté cette difficulté par une disposition grâce à laquelle les machines se contrôlent mutuellement par l'emploi de *bobines démagnétisantes* et le croisement des connexions entre les armatures et les inducteurs, de telle sorte que toute machine qui, à un moment donné, se trouverait portée à absorber plus que sa part de courant, verrait son champ inducteur renforcé par l'insuffisance du courant passant à travers l'autre armature. Sa force contre-électromotrice se trouverait ainsi augmentée et viendrait faire échec à l'excès de courant, tandis que l'autre machine, qui ne prenait pas assez de courant, verrait son champ s'affaiblir et serait ainsi amenée à prendre plus de courant.

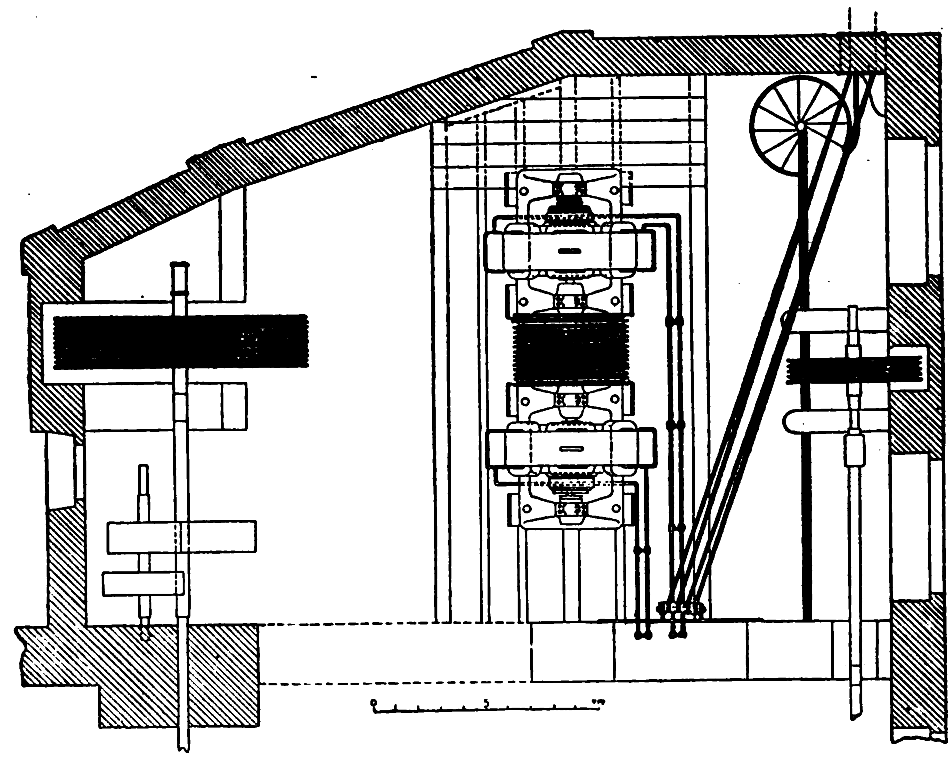


Fig. 11.

Il est clair que, grâce à cet entre-croisement, la négligence même du mécanicien ne peut avoir aucune influence sur la répartition égale entre les deux machines du courant et de la charge. En même temps l'influence démagnétisante des bobines a le même effet que si la réaction d'armature était augmentée et assure ainsi la constance de la vitesse, comme je vous l'ai montré expérimentalement dans mes précédentes conférences. Sur le diagramme de la figure 12 les machines sont indiquées comme n'ayant que deux pôles, dans le but de simplifier autant que possible; c'est pour la même raison que j'ai représenté le shunt et les bobines sur des aimants séparés, mais il est évident que l'extension du principe aux machines multipolaires ne présente aucune difficulté.

Quelques détails économiques sur l'installation ne seront sans doute pas sans intérêt. Le rendement de 78 0/0, à charge ordinaire, est garanti; en outre, les machines doivent être capables de transmettre un excédent de 20 0/0 sur la force normale pendant une heure et demie sans inconvénient. Les balais doivent durer au moins 2 000 heures et les commutateurs au moins 20 000 heures. La variation de vitesse des moteurs entre la marche à vide et celle à pleine charge ne doit pas excéder 3 0/0. La dépense totale pour la partie électrique s'élève, y compris les tours-supports et la pose des câbles, à 170 000 fr. Soit 340 fr. par cheval-vapeur fourni.

Si je me suis étendu sur cette installation, c'est que les renseignements exacts sur des tra-

vaux de ce genre donnant de bons résultats, sont de la plus grande valeur pour les praticiens, et que l'installation de Schaffouse est certainement l'un des exemples les meilleurs et les plus complets que l'on puisse citer. Sans doute la quantité d'énergie transmise est considérable, d'accord avec nos idées actuelles, mais il y a de bonnes raisons de croire que, avant peu, l'installation de Schaffouse sera éclipsée par d'autres (à cet égard). Il est question déjà de projets d'utilisation du courant du Rhin près de Bâle, et là il s'agirait de dizaines de milliers de chevaux-vapeur; vous savez aussi qu'au Niagara, 125 000 che-

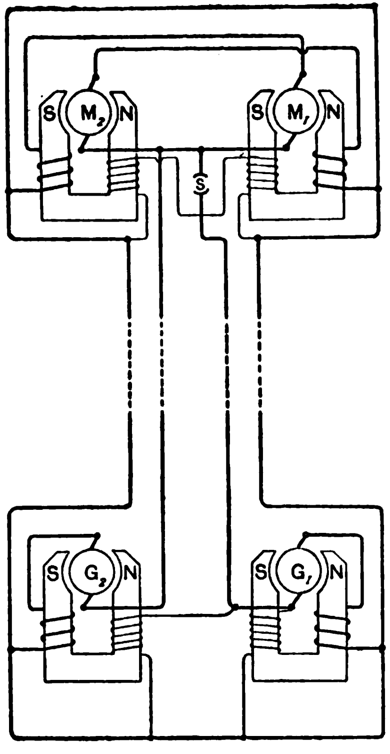


Fig. 12.

vaux doivent être pris (un peu plus de 3 1/2 0/0 de l'énergie totale disponible) pour être transmis à des distances variables dont la plus grande atteindrait une trentaine de kilomètres.

Je ne puis vous donner de détails sur les projets qui ont été soumis à cet effet à la Commission du Niagara, car ces projets sont la propriété de la Compagnie de la Cataracte. Mais grâce à l'obligeance de plusieurs membres de la Commission et notamment de M. le Dr Coleman Sellers, je suis à même de vous en esquisser les grandes lignes. Mon but, en m'adressant à la Commission du Niagara, était de recueillir quelques indications sur les idées qui guident les ingénieurs modernes dans les travaux de ce genre et de vous présenter le résultat de mon enquête.

Dans la crainte que les conditions générales du problème ne vous soient pas suffisamment familières, je vous indiquerai à grands traits le but poursuivi par la Compagnie de la Cataracte. La quantité énorme d'énergie représentée par la chute de la rivière (3 1/2 millions de chevaux-vapeur) est restée à peu près complètement inutilisée jusqu'ici. C'est à peine si on utilise 5 000 chevaux dans des usines auxquelles l'eau est amenée de la partie supérieure de la chute par un canal superficiel dont l'eau actionne des turbines placées à peu près à mi-chemin entre le sol et le niveau inférieur de la rivière, et n'utilisant par conséquent que la moitié de l'énergie disponible. Comme il existe un courant d'opinion contre l'installation d'ouvrages hydrauliques sur la rive et que, d'ailleurs, il eût été difficile d'y trouver l'emplacement nécessaire pour ces ouvrages et pour le canal de décharge, la Compagnie de la Cataracte a résolu d'agir en souterrains. Actuellement, on procède au percement d'un tunnel de 9,15 m de haut sur 6,10 de large et environ 2 km de longueur, qui servira de canal de décharge. Ce tunnel débouche un peu au-dessus du niveau du bief inférieur de la rivière. La chute totale entre les deux biefs est de 61 m, la chute disponible pour les turbines sera de 42,65 m. Les turbines devront être placées à au moins 33 m au-dessous du sol.

L'été dernier, la Compagnie de la Cataracte a ouvert un concours pour l'utilisation de la chute et nommé une Commission, présidée par sir William Thomson et chargée de l'examen et de l'appréciation des projets présentés. Vingt concurrents ont répondu à l'appel de la Compagnie, mais quatorze seulement s'étaient maintenus dans les conditions du programme posé par la Compagnie. Sur ces quatorze, huit avaient envoyé des projets combinés pour la création et la transmission de la force, quatre ne s'étaient occupés que de la création et deux de la transmission seulement.

Le point intéressant pour nous, c'est l'examen des méthodes proposées par les dix concurrents qui se sont occupés de la transmission de la force. La question est quelque peu compliquée parce que certains concurrents ont présenté des systèmes mixtes et que le classement des projets en électriques, pneumatiques et hydrauliques, nous entraînera à compter deux fois ces concurrents. En suivant cependant ce classement, on trouve : sept projets de transmission électrique, six projets pneumatiques et deux projets hydrauliques. Il est certainement remarquable que l'électricité l'emporte de si peu, et il n'est pas moins remarquable que six des concurrents aient eu recours, soit partiellement, soit exclusivement, à la transmission pneumatique. L'expérience des mines de houille montre que, même pour les distances relativement courtes pour lesquelles on a recours à la transmission pneu-

matique, le rendement total oscille en général entre 20 et 30 0/0 et n'excède certainement pas 40 0/0. Nous ne pouvons supposer que les ingénieurs qui ont envoyé des projets de transmission pneumatique aient ignoré ce fait; nous devons admettre, au contraire, que la plupart d'entre eux savent très bien qu'on ne peut espérer de forts rendements d'une transmission par l'air comprimé. Pourquoi donc ont-ils préféré ce mode de transmission à la transmission électrique? Est-ce parce qu'ils n'ont pas confiance dans la transmission électrique, ou pensent-ils que ce mode de transmission doive entraîner des dépenses d'établissement et d'entretien de nature à contrebalancer et au delà l'avantage qu'il procure au point de vue du rendement? On ne saurait nier que, dans l'état actuel de nos connaissances, l'une et l'autre de ces objections n'aient quelque fondement. Le problème du Niagara est unique comme amplitude et comme distance, et je dois reconnaître que nous autres, ingénieurs électriciens, il nous prend un peu au dépourvu; mais je dois dire aussi que je suis convaincu que, d'ici à quelques années, ce ne sera pas un, mais une douzaine d'hommes qui seront à même de le résoudre avec grandes chances de succès. Actuellement, nous assistons aux débuts d'un nouveau système de transmission de force par l'électricité. L'ancien système avec courants continus et dynamos ordinaires a été amené à un degré de perfection qui laisse peu de choses à désirer; mais ce système a ses limites et, malheureusement, le problème du Niagara, ou au moins une partie du problème, sort de ces limites. Aussi, ne trouvons-nous que la moitié à peu près des concurrents qui aient le courage de proposer la transmission électrique. Deux seulement d'entre eux ont proposé l'usage de courants alternatifs à des tensions de 5 et 10 000 volts respectivement; les autres suivent les errements de l'ancien système de transmission par courants continus à des voltages variant entre 1 600 et 4 500 volts.

Cela m'amène à un sujet de la plus grande importance, non seulement pour le Niagara, mais pour toutes les transmissions à longues distances en général: je veux parler des limites de distance entre lesquelles le système usuel de transmission est praticable. Si vous voulez bien vous reporter au tableau donnant le coût des installations de transmission que j'ai mis sous vos yeux à ma dernière conférence (voir n° 49, p. 399), vous verrez que, pour les grandes forces, une augmentation de distance jusqu'à 6 à 8 km n'exagère pas d'une façon disproportionnée la dépense, de sorte que, dans la limite de 8 km, le vieux système est certainement réalisable. Mais au delà, les données font défaut, et on en est réduit aux conjectures théoriques. Le tableau ne peut plus nous servir, car le seul exemple de transmission à très grande distance ne comporte qu'une faible quantité de force transmise.

Les formules que je vous ai indiquées permettent de calculer le voltage à adopter à cette distance pour un fonctionnement aussi économique que possible. Si vous appliquez ces formules en supposant une force de 500 chevaux par exemple, vous verrez que dès que la distance dépasse 8 km, le voltage économique atteint des valeurs que l'on peut considérer comme irréalisables dans la pratique. Il n'est pas possible d'établir de lois fermes ni de règles immuables. Dans certaines conditions, si par exemple vous avez à transmettre une force hydraulique ne coûtant que peu de chose, vous pourrez atteindre une distance de 16 km avant que d'arriver à la limite de voltage; mais, quelles que puissent être les conditions du problème, il y a une limite de distance au-delà de laquelle une simple machine ne peut suffire. Très bien, direz-vous, si une seule machine ne peut fournir la tension nécessaire, servons-nous de deux ou trois machines en série. Pour apprécier correctement cette solution, voyons d'abord ce qui limite le voltage d'une machine : c'est le commutateur d'une part et l'isolement général d'autre part. Les fabricants de dynamos vous diront que dans les grandes machines ils sont tout prêts à mettre 1 000 volts sur le commutateur usuel de Pacci-

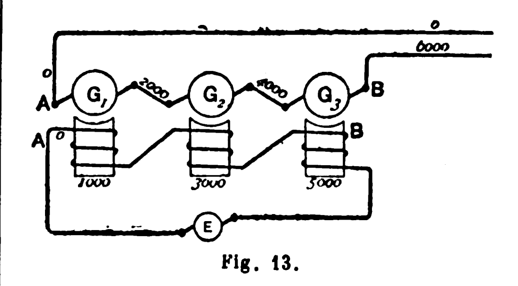


Fig. 13.

notti; s'il le faut, ils iront à 2 000, mais avec défiance et si vous leur demandez de faire une machine pour 3 000 volts, ils s'y refuseront. Cela ne s'applique pas aux machines Thomson-Houston ou Brush, qui ont des commutateurs speciaux, mais aux grandes machines donnant un courant égal et un rendement élevé, comme l'exige la transmission de l'énergie. Nous pouvons donc considérer 2 000 volts, ou au plus 3 000, comme la limite de tension réalisable avec un commutateur simple.

Naturellement l'isolement général de la machine doit résister à cette tension et, pour les dynamos et les moteurs dont l'isolement consiste en coton, papier, fibre, vernis et autres matières analogues, sujets non seulement à des efforts électriques, mais aussi à des actions mécaniques, la tension de 3 000 volts semble constituer la limite pour un fonctionnement dans des conditions de sécurité suffisantes. On peut échapper à l'insuffisance du commutateur par l'emploi de plusieurs machines en série isolées de la terre. Il

n'est pas aussi facile de triompher de la difficulté résultant de la nécessité d'assurer l'isolement général, ainsi que vous pourrez vous en rendre compte sur le diagramme de la figure 13, qui représente trois machines de 2 000 volts couplées en série. Avec une telle tension, il ne saurait être question d'excitation en dérivation, et l'excitation en série introduit déjà des complications et certaines difficultés, notamment à la station réceptrice. Quant à l'excitation séparée, si elle est plus simple, elle a le désavantage de développer de grands efforts électriques sur l'isolement, entre les bobines d'excitation et les bâtis des machines. Imaginez par exemple qu'il y ait un point faible en A entre la bobine d'excitation et le bâti de la première machine, l'effort entre la bobine d'excitation et le bâti de la troisième machine en B sera d'environ 6 000 volts, même si toutes les machines sont parfaitement isolées de la terre. Avec des machines auto-excitatrices, l'effort serait limité à 2 000 volts, mais resterait encore la difficulté de la liaison mécanique de toutes les armatures par des accouplements isolés et il y aurait le plus grand danger à toucher le bâti de l'une des machines; vous le voyez, l'usage de plusieurs machines en série ne se présente pas aussi aisé qu'on pourrait le penser tout d'abord, et, autant que je sache, cette méthode n'a été adoptée que pour des cas où le voltage total restait inférieur à 2 000 volts.

En résumé, on peut dire que la transmission électrique de la force par des courants continus est économique et donne toute sécurité pour les distances où le voltage le plus économique n'excède pas 2 000 volts ou, au plus, 3 000 volts, et que, au delà, il faut recourir à un autre système.

Que ce nouveau système doive encore être électrique, cela ne fait pas de doute, car nous savons parfaitement bien que les distances au-delà de celles atteintes par le système électrique actuel sont absolument inabordables avec les câbles, l'air ou l'eau. Quel sera donc ce nouveau système électrique qui permettra de transporter l'énergie à 16 ou 30 km, peut-être à 150 km.

Pour répondre à cette question, il me faut quitter le terrain solide des faits de la pratique et entrer dans le domaine de la spéculation en me basant cependant sur des résultats d'expérience tout aussi bien établis que ceux qui ont conduit au développement des transmissions électriques de force telles que nous les connaissons.

(*à suivre.*) L. F.

L'influence de l'invention sur le progrès de la science de l'électricité

Les débuts de la science de l'électricité remontent aux travaux de Gilbert, que leur auteur publia en 1600. Pendant les deux siècles qui suivirent les recherches que l'on fit ne sortirent point du domaine de ce que l'on appelle souvent encore l'électricité statique. Mais une nouvelle ère s'ouvrit en 1800, quand Volta fit connaître sa pile.

La simplicité de cette invention et les puissants effets qu'elle pouvait produire excitèrent immédiatement l'intérêt le plus vif; aussi les hommes de science se hâtèrent-ils de l'étudier et d'explorer le nouveau champ qu'elle leur ouvrait.

Bientôt Carlisle et Nicholson l'appliquèrent avec succès à la décomposition de l'eau et Ritter à la décomposition du sulfate de cuivre. Ainsi commençait une longue série de recherches sur l'électrolyse, que Davy et d'autres continuèrent et qui, finalement, conduisit Faraday à déterminer ses lois générales de l'électrolyse.

En même temps, Ritter remarquait que deux plaques de même métal, lorsqu'on vient de s'en servir comme électrodes dans un liquide soumis à la décomposition électrolytique pouvaient, d'elles-mêmes, fournir un courant; il était ainsi amené à l'invention de la *pile secondaire*. Ce fut Volta, toutefois, qui donna l'explication exacte de ce nouveau phénomène.

Ritter, Pfaff et autres remarquèrent que les fils conducteurs de la pile s'échauffaient par le passage du courant. Curtet, en fermant le circuit à l'aide d'un morceau de charbon produisit une brillante lumière. Davy étudia systématiquement ces effets calorifiques du courant en employant divers métaux comme conducteurs et finalement, en 1812, il obtint l'arc en faisant passer le courant entre deux morceaux de charbon.

Ainsi, dans une période d'un peu plus de dix ans, à partir de la date de l'invention de Volta, le progrès réalisé fut plus considérable qu'il n'avait été pendant l'un des siècles précédents tout entier. Mais le véritable progrès de la science de l'électricité ne doit pas être mesuré seulement par le nombre ou l'importance des résultats physiques qui l'accompagnent, il doit l'être encore et surtout par la connaissance acquise du mode d'action des forces naturelles. Envisagée à ce point de vue, l'invention de Volta était une grande conquête, faite dans une région nouvelle et inconnue de la science.

Ce n'était pas une découverte due simplement à un hasard heureux; c'était le résultat d'un raisonnement logique, s'appuyant sur des faits que l'inventeur avait observés en étudiant ce que Galvani appelait l'*électricité animale*.

Les recherches fondamentales de Volta sur les phénomènes électriques, auxquels le contact de corps dissemblables donne lieu, lui fournirent la base d'une théorie rationnelle de l'action de la pile et cette théorie a eu une influence considérable non seulement sur la science de l'électricité, mais aussi sur les sciences physiques en général.

La pile voltaïque a rendu possible une obser-

vation qui est le point de départ d'une grande invention, l'électro-aimant, dont il sera parlé plus loin. En 1820, Œrsted remarqua qu'une aiguille aimantée déviait de sa position normale quand on en approchait un conducteur parcouru par un courant. Il détermina la relation existant entre le sens de la déviation et celui du courant et fit connaître le fait par un mémoire qu'il envoya aux savants les plus connus de l'époque.

Arago reconnut immédiatement que la limaille de fer est attirée par un fil dans lequel circule un courant et Schweigger, afin d'augmenter cette action, imagina l'hélice magnétisante. Au moyen de cette hélice Arago donna une aimantation permanente à l'acier et temporaire au fer.

Cette dernière expérience était le premier pas vers la découverte de l'électro-aimant. Cependant ce ne fut qu'en 1825 que Sturgeon enroula un fil conducteur autour d'un noyau de fer pour arriver à l'électro-aimant proprement dit. L'électro-aimant primitif, tel qu'il sortit des mains de Sturgeon, fut finalement perfectionné par Henry, de 1828 à 1831. Henri construisit plusieurs électro-aimants dont quelques-uns étaient enroulés de fils isolés, fins et longs, tandis que d'autres portaient des fils plus gros et plus courts, enroulés parallèlement; ces derniers pouvaient être reliés soit en série, soit en quantité. Il avait ainsi les moyens d'étudier les effets que peut produire une pile donnée quand elle actionne des électro-aimants portant des enroulements différents. Il étudia également les effets produits par l'emploi de piles de différentes forces électromotrices et découvrit ainsi les règles à observer pour obtenir de l'électro-aimant les meilleurs résultats dans des conditions déterminées.

Un examen attentif de l'œuvre de Henry démontre d'une manière évidente qu'il arriva, par d'habiles expériences, à des résultats identiques à ceux que Ohm obtint par sa formule bien connue. De plus il se rendit compte que l'électro-aimant, tel qu'il l'avait perfectionné, était la solution du problème de la télégraphie et il prouva la justesse de sa prévision en installant réellement un télégraphe.

Entre les mains d'Ampère, l'hélice devint, sous diverses formes, un puissant moyen d'investigation qui lui permit de formuler les lois qui régissent les actions des aimants sur les courants, et inversement, ainsi que les actions mutuelles des courants. Enfin l'on peut dire qu'Ampère fut conduit par ses recherches à la théorie précise du magnétisme, aussi étonnante par sa simplicité que par sa hardiesse. Cette théorie méritait d'être placée au même rang que celle de Newton sur l'attraction universelle.

C'est encore l'hélice qui permit à Faraday et à Henry d'effectuer leurs travaux et de faire ressortir les lois des courants induits et c'est par l'application de ces lois que les inventeurs sont parvenus depuis à obtenir à volonté, soit l'éclairage de nos rues et de nos habitations, soit la traction de nos véhicules ou l'extraction des richesses minérales que renferment nos montagnes.

Les phénomènes électromagnétiques que produit le courant quand il circule dans une hélice sont la base d'un admirable système de mesures des quantités électriques; l'hélice contient en elle-même le germe de la famille tout entière des instruments au moyen desquels on effectue ces mesures. Ce sont ces phénomènes qui conduisirent l'esprit sagace de Faraday à une manière tout à fait nouvelle d'envisager les actions électriques en général.

Il reconnut que la vieille doctrine des « impondérables » n'était plus soutenable et chercha à établir un rapport commun entre toutes les actions physiques. Il inclinait à rapporter les actions qu'exercent les corps électrisés les uns sur les autres aux milieux ambiants. Comme on croyait la lumière transmise par l'intermédiaire d'un milieu universel, il songea à rechercher expérimentalement un lien unissant les phénomènes lumineux aux actions électromagnétiques. Il trouva qu'un rayon de lumière polarisée projeté à travers un bloc de verre placé dans une hélice magnétisante se contournait pendant le passage d'un courant.

Maxwell entreprit l'œuvre importante de soumettre les résultats obtenus par ses prédécesseurs et publiés dans les *Recherches expérimentales* de Faraday, à la discussion mathématique, que l'on peut considérer comme l'épreuve définitive de la vérité.

L'un des plus importants résultats qu'il obtint, sans mentionner les autres, fut sa théorie électromagnétique de la lumière. Toutefois, à l'exception de l'expérience de Faraday qui vient d'être mentionnée, ses déductions n'étaient confirmées par aucune preuve expérimentale. Il était réservé à Hertz de corroborer la théorie de Maxwell par l'évidence des faits et ses expériences, récemment effectuées, étaient basées sur la décharge oscillante des conducteurs, primitivement démontrée par Henry.

On voit ainsi que les deux grandes inventions initiales qui ont eu le plus d'influence sur le progrès de l'électricité pendant notre siècle sont la pile voltaïque et l'hélice magnétisante. L'une fournit le moyen d'obtenir l'énergie électrique continue, et l'autre permet d'appliquer cette énergie suivant les besoins. Toutes deux, par les phénomènes auxquels elles donnent lieu, ont contribué puissamment et d'une manière directe au progrès de la science de l'électricité.

Mais il arrive rarement que le progrès se poursuive longtemps dans une branche de la physique sans que ses résultats reçoivent des applications pratiques à l'industrie; inversement, ces applications réagissent presque invariablement

en stimulant les recherches scientifiques. Quand les appareils et les expériences du laboratoire cèdent la place aux opérations et aux appareils industriels, on se trouve dans des conditions nouvelles ; des phénomènes, précédemment inobservés ou inaperçus, sont mis en évidence et ces phénomènes deviennent alors l'objet de nouvelles recherches dont le résultat est un nouveau progrès.

C'est ainsi que la télégraphie présenta ses difficultés et obtint ses succès, particulièrement lorsque ses lignes s'étendirent sous les mers et lorsqu'elle dut remplacer plusieurs fils par un seul. Il ne fallut rien moins que l'habileté la plus grande et l'étude la plus approfondie pour résoudre ces difficiles problèmes.

C'est également ainsi que la téléphonie, à ses origines et malgré la simplicité des moyens qu'elle emploie, fut environnée de difficultés particulières ; mais elles ont été surmontées et la science a profité des efforts faits dans ce but.

D'une manière générale, on peut dire que presque toutes les dispositions qui sont d'un usage journalier pour la transformation du travail mécanique en énergie électrique ou inversement, ont, dans le cours de leur évolution, conduit leurs inventeurs à contribuer en quelque chose à l'agrandissement de notre domaine commun de vérité scientifique.

Franklin regrettait que les résultats des recherches sur l'électricité ne fussent pas appliquées davantage aux besoins de l'homme. Faraday ne doutait pas que le temps ne vînt où ces regrets n'auraient plus leur raison d'être, mais il sentait que son devoir était de poursuivre ses travaux scientifiques et de laisser à d'autres le soin de réaliser les applications industrielles. Nous sommes aujourd'hui environnés de toutes parts de ces applications qui s'étendent de plus en plus. Comme elles reposent sur l'emploi de capitaux considérables, il devient impossible que le public ne s'y intéresse pas; il en résulte que l'enseignement de la science de l'électricité est organisé dans toutes nos écoles de technologie et dans la plupart de nos collèges.

Tout nous fait espérer que le progrès de cette science sera plus rapide encore dans l'avenir qu'il n'a été dans le passé ; le présent offre à l'étudiant des trésors de connaissances accumulées, où il peut puiser; il peut prétendre à la distinction scientifique aussi bien qu'à la récompense pécuniaire. Il serait difficile que, parmi les jeunes gens à qui ces avantages sont offerts, il ne s'en trouva pas quelques-uns qui fussent les dignes successeurs des grands hommes dont ils ont les travaux comme exemple.

M. L.

(Mémoire lu à la « Patent Centennial Celebration », Washington, le 8 avril 1891.)

CHRONIQUE

Dans sa séance du 23 novembre 1891, l'Académie des Sciences a procédé à la nomination d'un membre pour la section de physique en remplacement de feu M. Edmond Becquerel.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58, M. A. Potier a obtenu 49 suffrages, M. J. Violle 8 et M. E. Bouty, 1.

M. A. Potier ayant obtenu la majorité des suffrages est proclamé élu.

Voiture électrique. — Un de nos confrères de la presse scientifique, M. H. de Graffigny, vient de faire construire sur ses plans et d'expérimenter à plusieurs reprises un véhicule qui a pu circuler sur routes avec une vitesse moyenne de 20 kilomètres à l'heure. L'agent moteur était l'électricité développée par une pile primaire d'une disposition nouvelle.

L'inventeur étant parvenu à produire l'acide chromique, base du liquide actif, à un prix assez réduit, il a établi un modèle de pile formé d'une couronne de baguettes de charbon de cornue groupées en quantité et d'un crayon de zinc placé au centre. Le tout plonge dans un vase contenant une dissolution d'acide chromique dans l'acide sulfurique. La suppression de la base alcaline (potasse ou soude dans les piles au bichromate) permet d'obtenir d'un même volume de liquide, un litre, par exemple, un travail presque triple.

Dans les différentes expériences faites, la pile a débité *un kilogrammètre* par litre de liquide employé, pendant quatre heures, ce qui démontre que chaque litre de solution chromique peut produire 18 000 kg, et qu'il faut moins de 16 litres pour développer un cheval-vapeur pendant une heure. L'usure du zinc est de 90 gr. environ par litre, soit 1 400 gr. par cheval-heure.

La voiture employée par M. de Graffigny pour ses essais de locomotion était un simple tricycle de Rudge, dont la selle avait été enlevée et remplacée par un coffre en bois à l'intérieur duquel se trouvait tout l'appareillage consistant en trois batteries de douze éléments chacune groupés en tension et dont le courant pouvait s'ajouter à volonté. Le moteur était une petite dynamo de Trouvé pouvant produire 20 kgm à la seconde.

Au début de l'expérience, le courant mesuré

étant de 50 volts et 6,2 ampères, la puissance développée sur l'arbre des roues motrices se trouva être de 22 kilogrammètres. Au bout de trois heures, le débit étant tombé à 4 ampères, la force motrice s'était abaissée à 14 kgm; enfin, après cinq heures, elle n'était plus que de 7,5 kgm.

Les éléments ayant été chargés sur le tricycle dont la chaîne de transmission avait été enlevée et remplacée par une autre chaîne prenant sur le rouage d'un engrenage de diminution en rapport avec le pignon du moteur, le poids du véhicule s'élevait à 140 kg répartis comme suit :

Tricycle.	18,400 kg
Coffre, siège, tablier. . .	11,850 —
Pile 36 éléments chargés.	27,750 —
Moteur, transmissions, etc.	19 —
Conducteur.	63 —
	140 kg

Lors du premier voyage, la vitesse obtenue a été de 20 km à l'heure en moyenne ; les côtes étant montées à petite vitesse et les descentes franchies à une allure de 40 km, avec deux batteries seulement en action. Dans un second essai, la machine a parcouru 95 km sans que les piles, contenant un volume total de 12 litres de liquide, eussent été rechargées.

Il y a là une intéressante application des piles primaires, qui peuvent rendre de bons services, tant qu'on ne leur demande pas une force trop considérable, et c'est à ce titre que nous avons signalé ici les expériences de M. de Graffigny.

Conseil municipal

Séance du lundi 23 *Novembre* 1891

PROPOSITION RELATIVE A L'USINE MUNICIPALE DES HALLES

M. Chauvière. — Messieurs, notre usine municipale d'électricité des Halles est inscrite au budget pour une forte somme.

Nous déclarons que, malgré le chiffre élevé de la dépense, nous sommes partisans du maintien de cette usine, dont on peut, par des réformes sérieuses, obtenir les meilleurs avantages.

Cependant il est important, si les circonstances le permettent, de recouvrer, sur les particuliers qui peuvent faire usage de ce service, une partie de la somme réclamée aux contribuables.

Personne ne semble s'en soucier.

Un négociant très connu, M. Cognacq, propriétaire des Magasins de la *Samaritaine*, a fait à la Ville des propositions sur les bases suivantes : M. Cognacq a en vue une consommation minima de 840 000 hecto-watts qu'il offre de payer 70 000 francs; son chiffre moyen serait, selon lui, de 100 000 francs, soit pour 1 200 000 hecto-watts.

Ces chiffres résulteraient de l'application du tarif descendant avec 10 pour cent de diminution après une première année de consommation.

Des pourparlers ont été engagés entre l'Administration et M. Cognacq (lettres des 9 juin, 8 juillet, 11 juillet 1891).

Une police a été signée aux deux conditions que voici :

1° Une taxe fixe d'abonnement de 1 400 fr. au minimum ;

2° Le prix de 6 centimes 7 par hecto-watt consommé.

M. Cognacq souscrit bien volontiers à ces conditions, préférant, dit-il, la Ville à toutes les offres des industriels électriciens.

Et ces offres sont nombreuses et tentantes !

La société anonyme Cance, rue de Rocroi, demande 8 cent. 5 ; mais, après 10 ans, laisse à M. Cognacq en toute possession une installation représentant 204 000 francs de capital, soit un amortissement de 20 400 francs par an, sans intérêt.

La Société anonyme d'éclairage rue de Lafayette, 13, demande 9 centimes durant 10 ans, mais descend à 6 centimes pour un engagement de 20 ans avec abandon de l'installation.

M. F. Henrion, de Nancy, propose 6 centimes 1/2 par hecto-watt, avec abandon de l'installation après 8 ans sans indemnité et sans taxe d'abonnement.

On sait, d'autre part, que le 20 avril 1890, le Conseil a acquiescé à un traité avec la *Belle Jardinière* à raison de 80 000 francs, avec abaissement d'un tiers sur le tarif de la Ville, soit 6 cent. 3 , quand M. Cognacq accepte 6 cent. 7.

La Ville recouvrerait, en acquiesçant à l'opération, une partie de ses dépenses. On pourrait tabler sur les sommes à encaisser pour opérer les transformations indispensables à l'amélioration de l'usine.

Nous espérons bien que cette fois nous ne laisserons pas échapper l'occasion de tirer profit de nos propres moyens, et d'arriver insensiblement à l'exploitation d'un véritable service public, au lieu de nous livrer pieds et poings liés aux compagnies.

Je prie la 3e Commission d'examiner la question d'urgence, l'Administration ayant terminé son enquête et ses travaux à ce sujet.

« Signé : CHAUVIÈRE. »

Renvoyé à la 3e Commission.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.



2e Série. — Tome II. N° 51 19 Décembre 1891.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LE BATEAU ÉLECTRIQUE " ZURICH "

Ce bateau (fig. 1) qui fonctionnait à l'Exposition d'électricité de Francfort, a été construit par MM. Escher Wyss et C°., de Zurich, et par les ateliers d'Œrlikon.

Il peut porter jusqu'à 100 personnes. La coque est en acier. La longueur totale est de 15 mètres à la ligne de flottaison et de 16 mètres sur le pont. Sa plus grande largeur

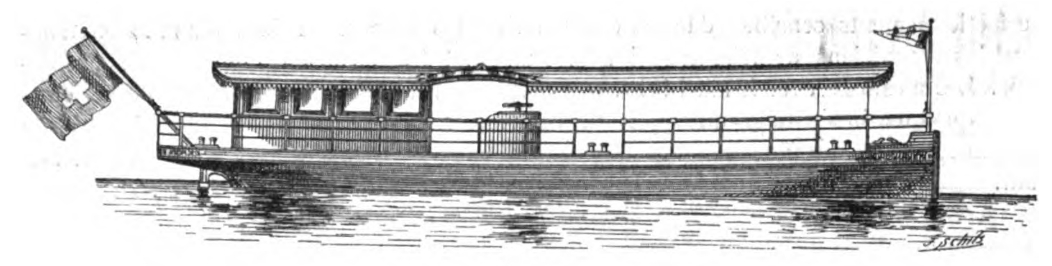


Fig. 1.

est de 3,10 m, sa hauteur 1,40 m; le tirant d'eau moyen est de 1,10 m. Le pont est entièrement couvert; à l'arrière se trouve une élégante cabine en pitch-pin.

L'hélice a 70 cm, de diamètre. Elle est actionnée directement par une dynamo Brown, de 10 chevaux, tournant à la vitesse de 350 tours. On voit en D (fig. 2) cette dynamo, et en A l'arbre de l'hélice. Les inducteurs de la machine sont en simple fer à cheval, l'induit étant situé à la partie inférieure.

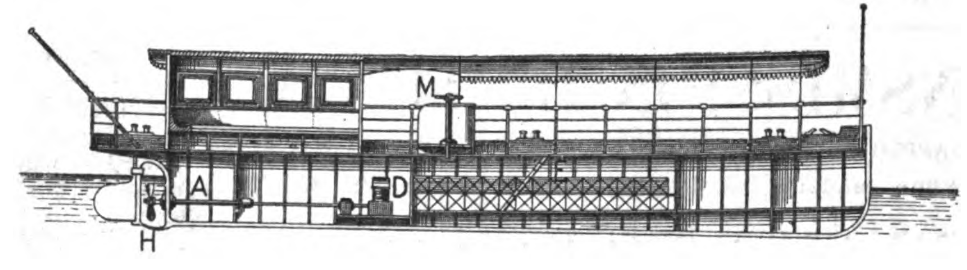


Fig. 2.

L'énergie est fournie par une batterie de 56 accumulateurs Œrlikon, présentant cette particularité que l'électrolyte est presque entièrement englobé dans un précipité de silice gélatineuse; il ne reste ainsi qu'une mince couche de liquide libre à la surface, et ce liquide ne risque pas de se répandre par le roulis, de sorte qu'il est inutile de fermer hermétiquement les vases. En outre, les plaques se trouvent parfaitement protégées, la chute de la matière active étant pour ainsi dire impossible. L'emploi de cet électrolyte gélatineux ne semble pas réduire d'une façon importante le débit des accumulateurs, puisque la batterie dont il s'agit, ayant une capacité de 450 ampères-heure, pèse environ 5 tonnes et peut être déchargée au régime de 80 ampères. Chaque élément contient 31 plaques.

Le poids total de la partie électrique est de 6 500 kg, celui du bateau est de 15 000 kg.

Le moteur, en absorbant 75 ampères à la tension de 102 volts, et faisant 365 tours à la minute, imprime au bateau une vitesse de 12 km à l'heure. Avec 58 ampères à la même tension, la vitesse est encore de 11 km. On voit que la loi du cube des vitesses s'y vérifie d'une façon très approximative, si l'on tient compte des différences de rendement du moteur et de l'hélice.

Les accumulateurs et la machine sont logés dans la cale. Le pilote se place en M. Il a sous les yeux le voltmètre et l'ampèremètre, montés sur une tablette horizontale. Il manœuvre, du même endroit, le gouvernail, le rhéostat du moteur, le commutateur de changement de marche, et a également sous la main les divers interrupteurs et rhéostats pour l'éclairage. A l'avant se trouve une lampe à arc.

En présence du succès obtenu dans tous les récents essais, et en particulier dans celui-ci, il semble que de nombreuses applications sont réservées à la navigation électrique, au moins à la navigation fluviale.

De même, il est hors de doute que l'emploi des moteurs électriques amènera des perfectionnements sensibles dans la construction des hélices, ou du moins mettra d'accord les techniciens actuellement si divisés au sujet des formes à donner à ce propulseur. Les mesures, avec la machine à vapeur, sont extrêmement pénibles et offrent toujours quelque incertitude au sujet du rendement. Avec le moteur électrique, elles deviennent beaucoup plus faciles, et offrent un caractère d'exactitude tout à fait satisfaisant.

F. D.

LES APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ A L'INDUSTRIE MINIÈRE

NOUVELLES MACHINES DU SYSTÈME THOMSON-HOUSTON

(*suite et fin*[1])

Nous avons admis que, dans le système qui vient d'être décrit, le nombre de tours de la dynamo correspond au nombre de mouvements du noyau; mais M. Van Depoele, à l'aide d'un dispositif très simple, fait fonctionner sa machine à un nombre quelconque de mouvements de va-et-vient. Il place sur le collecteur de la dynamo à courant continu

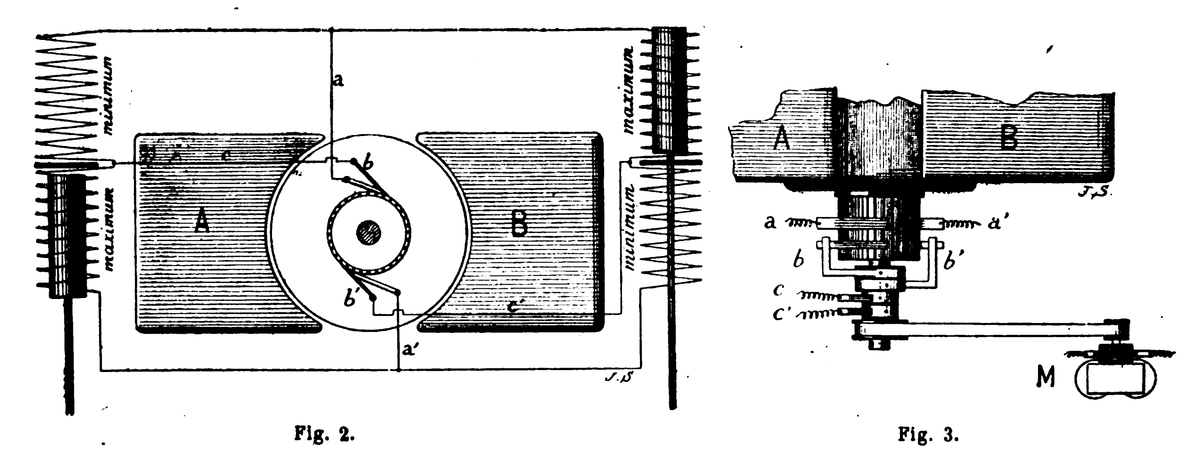


Fig. 2. Fig. 3.

dont il se sert un ou plusieurs balais mobiles qui tournent à une vitesse différente de celle de l'induit.

[1] Voir n° 50, page 405.

La figure 2 représente une machine dynamo avec deux balais tournants *b*, *b'* actionnant deux moteurs à mouvement alternatif. Cette figure indique la position des balais pour l'excitation maxima et minima des bobines.

La figure 3 montre un mode d'entraînement des balais *b*, *b'* qui tournent sur le commutateur par l'action d'un moteur électrique séparé M. Dans les moteurs de construction récente, le même résultat est atteint plus simplement par l'addition d'une petite transmission munie de balais et fixée sur le bâti même de la machine.

Les figures 4, 5 et 6 indiquent l'action des bobines sur le noyau de fer suivant les différentes positions des balais mobiles par rapport aux balais fixes.

Dans la figure 4, les deux bobines *a*, *c*, sont excitées de la même manière, parce que le balai tournant *b* se trouve entre deux balais fixes. Le noyau en fer est alors au centre du solénoïde.

Dans la figure 5, la position du balai mobile coïncide avec celle du balai négatif. La

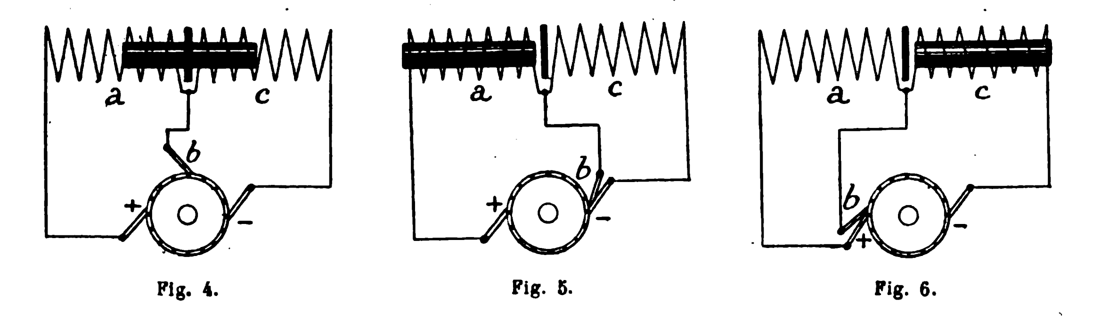


Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

bobine *a* reçoit à ce moment un courant d'une tension égale à la tension totale de la machine, tandis que la bobine *c* est en court circuit. Le noyau en fer est alors attiré vers la gauche.

Si le balai continue sa rotation, l'excitation de la bobine *a* diminue et celle de la bobine *c* augmente; celle-ci atteint son maximum d'action quand le balai tournant arrive au balai positif, et le noyau est attiré vers la droite (fig. 6).

Pour chaque rotation complète du balai mobile, le noyau exécute donc un mouvement double de va-et-vient.

La figure 7 représente le collecteur et le circuit d'une machine à mouvement alternatif. *p* et *n* sont les balais fixes positif et négatif de la dynamo; *b* et *b'* sont les balais tournants. Comme on le voit, la bobine centrale de la machine à mouvement alternatif est réunie d'un côté au balai négatif *n* et, de l'autre, au balai tournant *b'*, tandis que les deux bobines extérieures sont mises en série sur les deux balais mobiles.

La bobine du centre, d'une grande résistance, produit l'aimantation du noyau de fer et celle du bâti qui supporte les bobines.

Les bobines extérieures ont un nombre de tours moindre que celles du centre et sont en fil plus gros; par conséquent, leur résistance est plus faible.

La bobine centrale est excitée par un courant intermittent et les bobines extérieures par un courant alternatif variant de zéro au maximum. Dans la position indiquée par la figure 7, les deux bobines extérieures se trouvent à l'état neutre et par suite le noyau de fer est au milieu de la bobine centrale.

Considérons maintenant ce qui se passera quand les balais tourneront dans la direction indiquée par les flèches.

Si le balai *b'* tourne à gauche, le courant augmentera dans la bobine centrale jusqu'à ce que *b'* se trouve dans la position du balai fixe *p*. Alors le courant dans A sera maximum

ainsi que dans les deux bobines extérieures et l'une de celles-ci exercera une attraction et l'autre une répulsion sur le noyau de fer.

Après un quart de tour, le courant disparaîtra des bobines extérieures et, dans la bobine centrale, descendra à la moitié de sa valeur précédente.

Un quart de tour plus tard, quand le balai tournant passera devant le balai négatif *n*

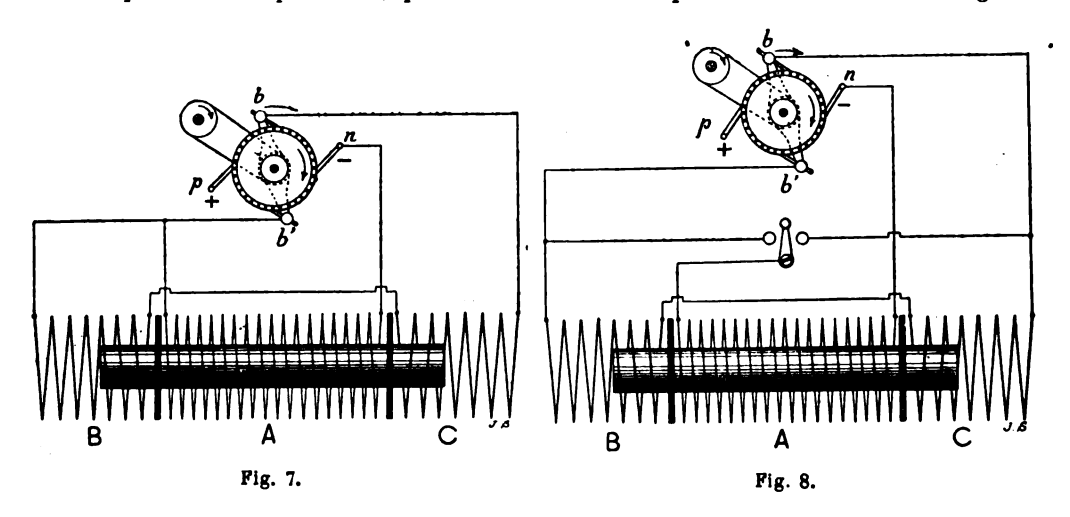


Fig. 7. Fig. 8.

le courant dans A deviendra minimum et descendra à zéro, cette bobine étant alors mise en court circuit et les bobines extérieures excitées en sens inverse. Le noyau se mettra donc en mouvement dans une direction opposée et prendra un mouvement alternatif de va-et-vient.

La bobine centrale se trouve dans ce cas reliée au balai tournant *b'* de la dynamo, et

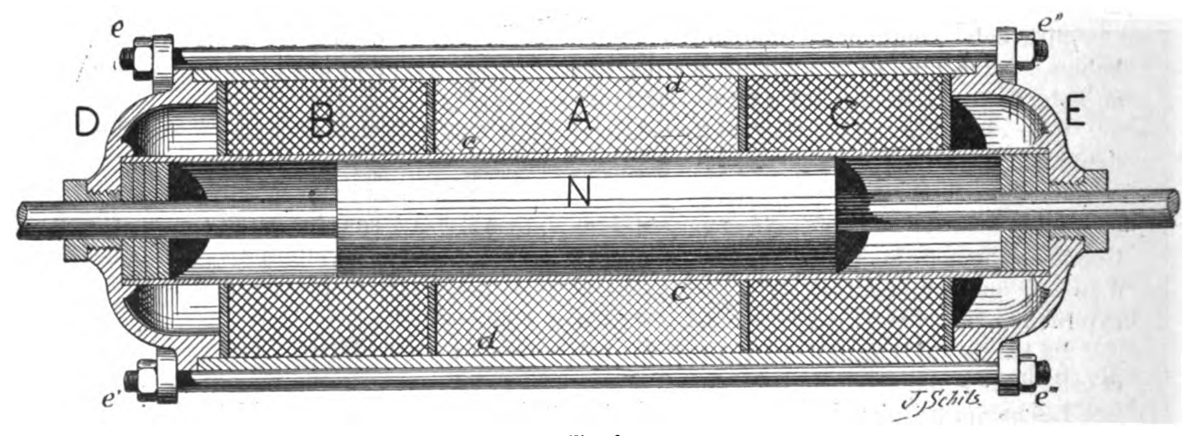


Fig. 9.

c'est pour cette raison que l'effort est plus grand dans un sens du mouvement que dans l'autre.

La figure 8 indique un moyen simple de commutation, permettant de réunir la bobine centrale à volonté à l'un ou à l'autre des balais tournants et de produire ainsi un effort plus considérable dans un sens ou dans l'autre.

Dans les perforatrices, le plus grand effort doit s'exercer dans le sens de la percussion ; mais, si l'on relie les deux extrémités de la bobine centrale aux deux balais mobiles, l'ac-

tion est la même dans les deux sens; c'est cette disposition que l'on adopte dans les pompes à action directe.

La figure 9 représente la section d'une machine à mouvement alternatif. Le noyau

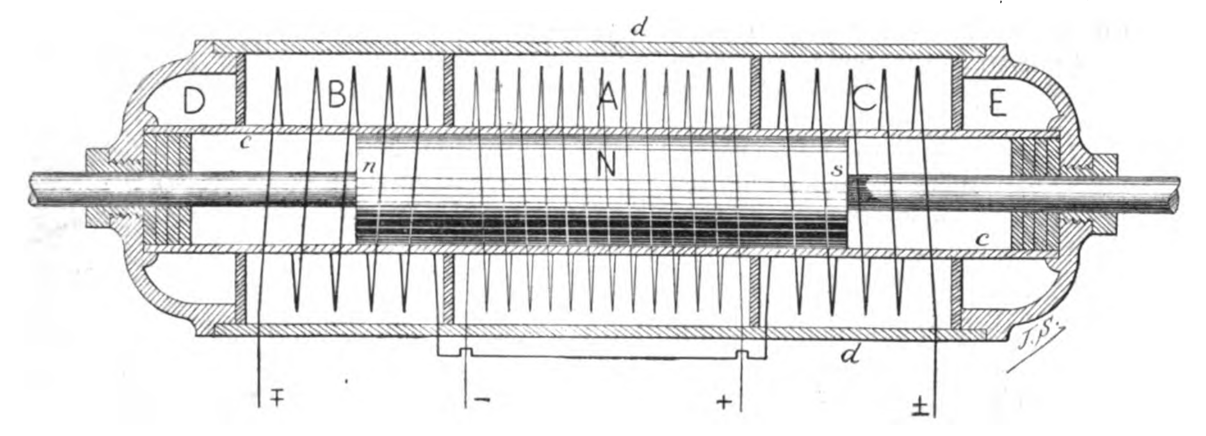


Fig. 10.

mobile N, placé dans un cylindre creux en fer *cc*, est entouré par les trois bobines A, B, C. Le tout est enfermé dans un second cylindre en fer *dd* fermé à ses extrémités par deux calottes D E, également en fer, maintenues par les écrous *e*, *e'*, *e''* *e'''*.

La figure 10 permet de se rendre compte des polarités variables et invariables des différentes parties qui se forment sous l'action des solénoïdes parcourus par divers courants. On remarquera que le bâti en fer fait partie du système magnétique formé par le noyau et les bobines.

Les perforatrices basées sur ce principe agissent par percussion et donnent en moyenne 325 coups par minute. Si l'on compare les perforatrices pneumatiques aux perforatrices électriques, on est frappé de la grande simplicité de construction de ces dernières, dans lesquelles toutes les pièces mobiles qui, dans les premières, amènent l'air comprimé sous le piston et servent à le mettre en mouvement, sont complètement

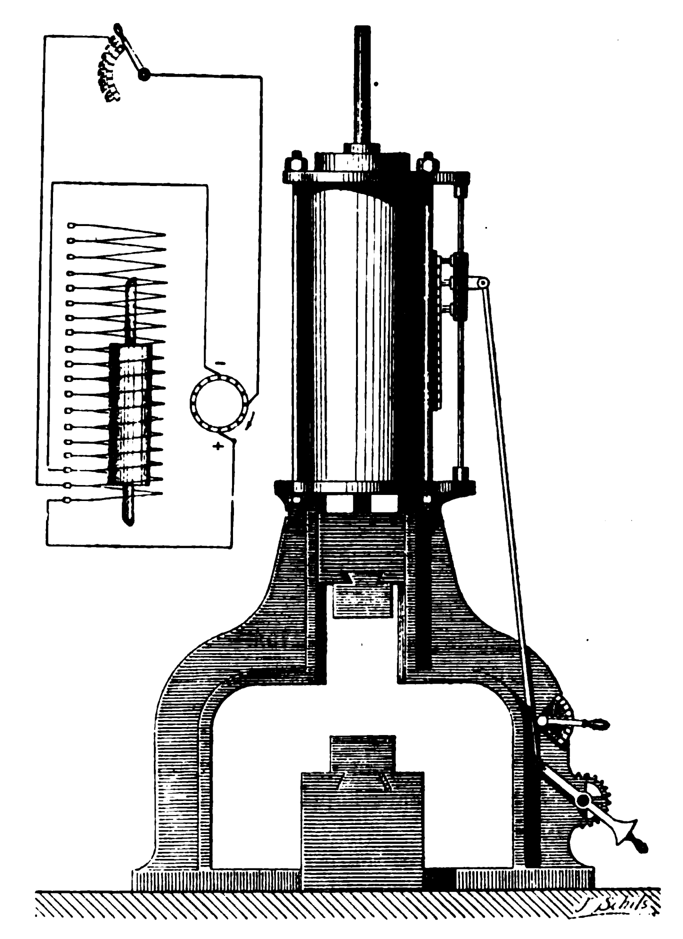


Fig. 11.

éliminées. Nous n'avons ici que des bobines immobiles actionnant directement le noyau en fer.

A la place du piston, que l'on doit maintenir étanche et où des fuites se présentent très souvent, il n'y a qu'une masse de fer accomplissant son mouvement, guidée simplement par les deux tiges qui sont à l'extrémité ; au lieu d'une conduite d'air avec tous ses défauts, un câble, composé de trois conducteurs, que l'on accroche au moyen de fiches sur le bâti de la perforatrice, suffit.

Le moteur de la perforatrice qui se trouvait à l'Exposition de Francfort et qui pesait 210 kg perforait en dix minutes un trou de 4 cm de profondeur et de 44 mm de largeur. Les dynamos employées pour ce genre de moteurs ont généralement une différence de potentiel de 220 volts.

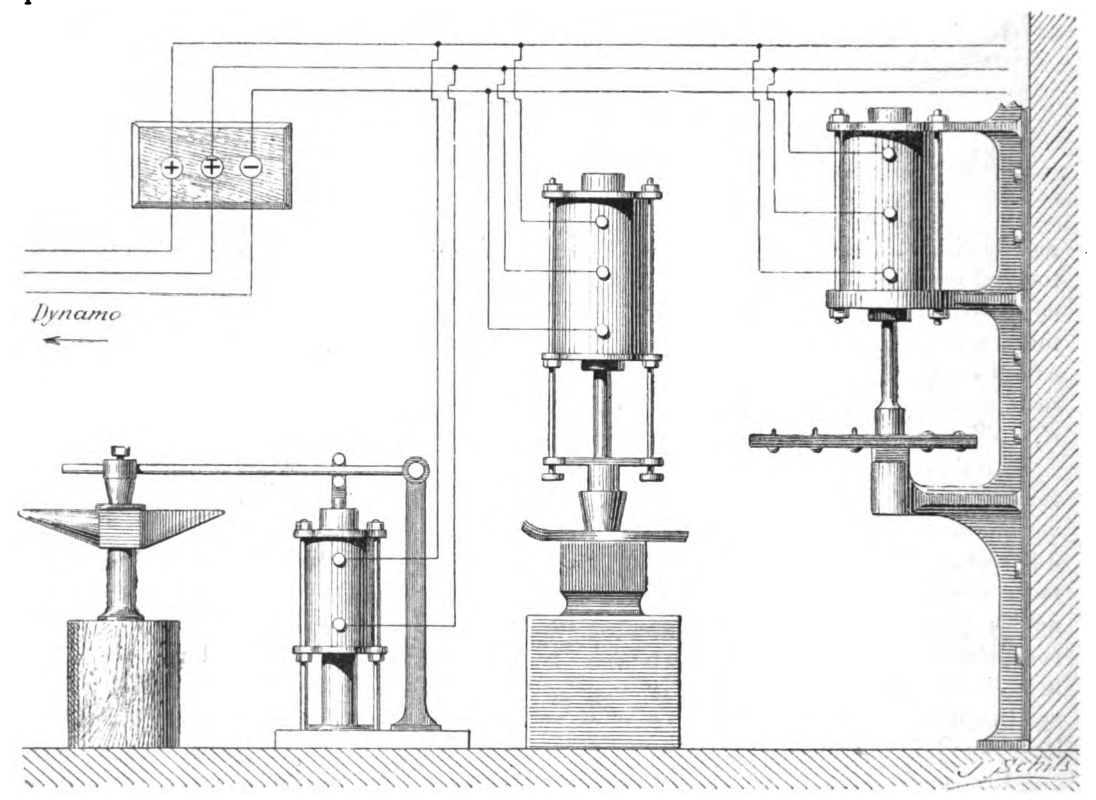


Fig. 12.

Jusqu'à ces derniers temps, les machines élévatoires pour l'eau étaient mises en mouvement par la vapeur, et ce n'était que dans des cas très rares qu'on appliquait les moteurs électriques. Actuellement, on essaie des pompes basées sur l'application du système Thomson-Houston.

Les résultats obtenus jusqu'à présent permettent de croire que les essais seront couronnés de succès. Surtout là où les machines à vapeur se trouvent éloignées de l'endroit où l'on doit puiser l'eau, l'application de l'électricité rendra de grands services dans l'exploitation minière.

Les pompes de ce genre n'ont qu'une seule pièce mobile, le noyau en fer. Elles peuvent travailler entièrement sous l'eau ; elles sont très légères et peuvent être facilement descendues dans les puits profonds.

Le même principe s'applique aussi aux marteaux pilons, aux machines à river,

comme le montrent les figures 11 et 12, et peut d'ailleurs être utilisé dans nombre d'autres machines fonctionnant par mouvement alternatif. J.-L. E.

LA TRACTION ÉLECTRIQUE A GRANDE VITESSE

(*suite* [1])

Si les expériences avaient pu être faites sur une voie ordinaire de chemin de fer, même considérée comme de seconde classe pour un chemin de fer à vapeur, il n'y a aucun doute que, sans autre changement, on aurait pu maintenir la vitesse de 190 km pendant plusieurs heures. En fait, je ne vois pas d'autre limite de durée que celle qui provient de ce que la provision d'huile est limitée.

La vitesse obtenue dans le premier tour (c'est-à-dire dans les premiers 2 825 m variait de 48 à 120 km, suivant la manœuvre du rhéostat. L'accélération aux divers points du cercle était irrégulière, à cause des pentes, qui, dans la direction ordinairement suivie, variaient de 2 à 2,5 0/0.

Le fait que la voie — toujours défectueuse — devint de plus en plus mauvaise à chaque tour rendit difficile l'analyse des résultats pour en déduire le coefficient de traction. De plus, pour une telle voie, et même dans les meilleures conditions, ce coefficient est plus grand qu'il ne serait sur la voie que l'on construisait pour le service actuel. Les résultats obtenus n'ont donc que peu de valeur comme coefficients absolus relatifs aux grandes vitesses, mais ils peuvent au moins servir à montrer l'inexactitude des formules généralement employées pour calculer la résistance des trains. Quelques-unes de ces formules donnent d'assez bons résultats lorsqu'on les emploie pour les faibles vitesses auxquelles elles ont été déterminées, mais leur forme algébrique est inexacte, et elles donnent lieu à de grosses erreurs lorsqu'on les applique à des vitesses plus élevées, telles que 130 ou 180 km à l'heure.

J'ai traité d'une façon très complète ces questions relatives à la résistance des trains, dans un mémoire *Limitations of steam and electricity* que j'ai lu devant notre Institut, le 21 mai 1890.

En particulier la résistance atmosphérique, qui a donné lieu à des expériences spéciales à Laurel, a été entièrement traitée dans un mémoire que j'ai lu devant le « Military Service Institute » (Section de West Point), mémoire qui a été publié dans l'*Engineering* de Londres (numéros du 31 mai au 13 juin 1890).

En ce qui concerne la résistance de l'air, nous pouvons résumer de la façon suivante les résultats des expériences en question :

Expériences d'octobre 1889. *Voiture à tête plate*

Durée du premier tour 3,8 minutes. Vitesse moyenne	45 km à l'heure.
— deuxième 2,8 —	60
Travail moyen fourni par les moteurs pendant le second tour	15 chevaux.
Effort horizontal moyen pendant le second tour.	68 kg
— — pour la résistance de l'air pendant le second tour.	13,5 kg
— — pour l'accélération (environ)	4,5 —
— — pour les autres résistances.	50 —
— — — — par tonne. . $\frac{50}{2,4}$ =	20,8 —

[1] Voir n° 48, p. 371.

Expérience du 13 *novembre* 1889. *Voiture à tête plate*

Durée du premier tour 4.25 minutes. Vitesse moyenne . . . . 40 km à l'heure.
— deuxième 2,5 — . . . . 62,5 —
— troisième 2,5 — . . . . 62,5 —
Travail moyen depuis le milieu du deuxième jusqu'au milieu du troisième tour . . . . 15,5 chevaux.
Effort horizontal moyen depuis le milieu du deuxième jusqu'au milieu du troisième tour. . . . . 62,5 kg
Effort horizontal moyen pour la résistance de l'air. . . . . 16,3 —
— — l'accélération 0
— — les autres résistances . . . . 46,2 —
— — — — par tonne. . $\frac{46,2}{2,4} = 19,1$ —

Expériences du 13 *novembre* 1889. *Voiture à tête pyramidale*

Durée du premier tour 4,0 minutes. Vitesse moyenne. . . . . 42 km à l'heure.
— deuxième 2,0 — . . . . 84 km
— troisième tour 2.25 minutes. Vitesse moyenne. . . . . 67 km à l'heure.
— quatrième — 2,25 — — . . . . 67 —
— cinquième — 2,25 — — . . . . 67 —
— sixième — 2,25 — — . . . . 67 —
Travail moyen dans les quatre derniers tours. . . . . 16 chevaux
Effort horizontal moyen — . . . . 65 kg
Effort horizontal moyen pour la résistance de l'air. . . . . 10,8 kg
— — l'accélération 0
— — les autres résistances. . . . . 54,2 —
— — — — par tonne. . $\frac{54,2}{2,4} = 22,5$ —

Expériences du 3 *décembre* 1889. *Voiture à tête pyramidale*

Durée du premier tour 4,3 minutes. Vitesse moyenne. . . . . 38 km à l'heure
— 1,51 — — . . . . 112 —
Travail moyen dans le deuxième tour. . . . . 41 chevaux
Effort horizontal moyen. . . . . 100 kg
— — pour la résistance de l'air. . . . . 17,2 —
— — pour l'accélération . . . . 19 —
— — pour les autres résistances . . . . 63,8 —
— — — — par tonne. . $\frac{63,8}{2,4} = 26,5$ —

La vitesse maxima atteinte dans cette expérience fut de 145 à 150 km à l'heure. La voie était très mauvaise et la voiture dérailla.

Expérience de décembre 1889. *Voiture à tête en forme de coin*

La vitesse a été maintenue à 160 km avec un travail de 44 chevaux. Une petite fraction du travail était employée pour l'accélération, mais les relevés n'ont pas permis de la déterminer. En la négligeant, nous avons :

Vitesse moyenne. . . . . 170 km
Effort horizontal moyen. . . . . 74,8 kg
— — pour la résistance de l'air. . . . . 21,8 —
— — pour les autres résistances. . . . . 53 —
— — — — par tonne. . $\frac{53}{2,4} = 22$ —

La plus grande vitesse obtenue a été de 175 à 190 km à l'heure. La voie était

meilleure que dans l'expérience précédente, mais la voiture dérailla à la vitesse maxima.

Ces valeurs de 20,8 kg, 19,1 kg, 22,5 kg, 26,5 kg et 22 kg doivent être corrigées à cause de la courbe, et deviennent alors 13,9 kg, 12,8 kg, 15,1 kg, 17,7 kg et 14,4 kg. D'autres valeurs plus basses ont été obtenues lorsque la voie était dans de meilleures conditions. Mais ces premières expériences ne donnèrent pas lieu à des mesures exactes. Dans tous les cas, les rails étaient rouillés.

La vitesse maxima indiquée ci-dessus (celle du déraillement final) ne put être déterminée exactement, car la voiture quitta la voie à quelque distance des deux derniers observateurs, dont les pointages servaient à calculer la vitesse. Il était clair cependant que la vitesse finale était comprise entre 175 et 190 km. Une longueur de 300 m de voie fut endommagée, et environ 100 m de la charpente supérieure furent perdus. La voiture elle-même fut jetée à 10 m de la voie, en sautant par-dessus les barres de garde et passant au-dessus d'un remblai de 1,20 m à 1,50 de haut. Il semblait évident que l'installation de Laurel avait cessé d'être utile, et aucun travail sérieux ne pouvait y être poursuivi sans une reconstruction complète. Il était temps de faire de nouveaux plans, et M. Dashiell et moi nous commençâmes ce travail. Au début, il me sembla que — ne fût-ce que pour des raisons commerciales — nous devions prévoir le transport des voyageurs aussi bien que celui des marchandises, ce qui conduisit à une augmentation de la dimension des voitures et à une disposition permettant de remplacer le contrôle automatique par celui d'une intelligence humaine sur la locomotive.

En vue de la démonstration, j'ai proposé à la Compagnie de construire une voie de 6,5 km de circonférence (pas moins) et d'y faire circuler des trains de deux ou trois voitures attelés d'une locomotive.

Les calculs ont été basés sur les données suivantes :

1. — On devait s'efforcer d'atteindre une vitesse de 240 km à l'heure ;

2. — La section transversale de chaque voiture devait être le minimum nécessaire, pour contenir les voyageurs assis. Elle fut choisie de 1,80 m $\times$ 1,50 m (avec couronnement plus élevé au milieu de la voiture) ;

3. — L'écartement de la voie devait être normal (1,45 m) ;

4. — La voie devait être de la meilleure construction possible, avec rails de 32,5 à 45 kg ;

5. — La force électromotrice devait être aussi élevée que le permettrait l'isolement ;

6. — Quel que puisse être le nombre des voitures dans un train, celles-ci devaient être réunies de façon à ne présenter qu'une seule surface de tête à la résistance de l'air, et à former une surface extérieure continue ;

7. — La résistance de l'air à la vitesse de 240 km, devait être prise de 75 kg par mètre carré de section transversale, pour une locomotive à tête en coin ou parabolique. Cette valeur est de 50 0/0 plus élevée que celle fournie par nos expériences ;

8. — Le coefficient de traction, à la vitesse de 240 km, en dehors de la résistance de l'air, devait être pris de 11,4 kg par tonne, ceci pour des raisons exposées dans les mémoires précédents.

D'après ces coefficients, il fallait donc 65 chevaux par mètre carré de surface transversale, sans égard au poids, et 10 chevaux pour chaque tonne de poids, indépendamment de la surface.

Le poids mort d'une locomotive de 600 chevaux, ayant 2,7 m^2 de section transversale, fut estimé à 18 tonnes. Les voitures en acier, d'égale section, devaient peser, vides, 5 tonnes, avec une capacité de 5 tonnes également.

On peut donc résumer ainsi la question importante du travail nécessaire dans les diverses conditions :

	VITESSE 240 km	VITESSE 185 km
Locomotive seule.	360 chevaux	288 chevaux
— et une voiture chargée. . .	460 —	369 —
— 2 — . . .	560 —	446 —
— 3 — . . .	660 —	528 —

Ce travail devait être fourni par deux moteurs, chacun des deux essieux de la locomotive portant directement une armature.

Ces moteurs devaient être du type Manchester. Ils étaient prévus primitivement pour fonctionner en parallèle sur un circuit de 1 500 volts, chacun d'eux devant absorber de 130 à 150 ampères et fournir 250 à 300 chevaux. Si l'on avait désiré faire des expériences avec des tensions plus élevées, les deux moteurs, montés en série, auraient permis d'essayer 3 000 volts.

Le diamètre extérieur des armatures (type Gramme) était 0,76 m ; le diamètre intérieur 0,258 m. La section des conducteurs de l'armature était de 250 mm², soit 1,6 à 1,9 mm² par ampère. Beaucoup de bonnes machines, construites pour travailler enfermées, ont des sections aussi faibles, et bien que la dissipation de la chaleur y soit plus lente, elles sont très sûres. De plus, nous avions l'intention de faire passer un courant d'air de l'avant du véhicule à l'intérieur de l'anneau. Il est impossible de dire quelle aurait été la proportion de chaleur ainsi dissipée, mais toutes les observations récentes (voir les expériences de M. Kennelly) donnent à penser que, de cette façon, le débit peut être de beaucoup augmenté. La section transversale du noyau de l'armature était $8,9 \times 1,02$ m, soit 907 cm², ou, en déduisant 15 0/0 pour le papier entre les tôles, et 8 0/0 pour des encoches pour les conducteurs, 700 cm² net. On voulait faire passer à travers cette armature 22 000 000 de lignes de force, soit 15 600 par centimètre carré. La perte par hystérésis dans une telle armature tournant à 1 200 tours par minute (ce qui avec des roues de 1,06 m correspond à une vitesse de 240 km à l'heure) fut trouvée, par le calcul, de 3 000 watts environ (d'après les courbes publiées par Esson). La perte RI^2 ($R = 0,26$ ohm à 75 degrés C., $I = 135$ amp.) était de 4 740 watts, soit en tout 8 000 watts environ. J'ai trouvé qu'il était difficile d'obtenir un coefficient qui permît de calculer la perte par courants de Foucault. Avec des tôles minces, elle est peu importante. Il suit des données précédentes que le nombre des conducteurs sur l'armature devait être de 340. Ils furent divisés en 170 sections, et enroulés en une seule couche, chaque conducteur reposant dans une fente. Fente et conducteur devaient être travaillés pour avoir une forme rectangulaire ou à peu près. Les détails de construction auraient du reste été vite enseignés par la pratique.

La section des électro-aimants était de 1 050 cm², à travers lesquels devaient passer 14 300 000 lignes de force, la majoration sur le flux dans l'armature étant calculée d'après un coefficient de perte de 1,3.

Les bobines des deux moteurs furent déterminées pour être reliées en série l'une avec l'autre, mais en dérivation par rapport aux armatures. Cette divergence de la pratique habituelle des tramways est justifiée par les considérations suivantes :

1° Il n'y a pas de système de commutation qui puisse obvier à la nécessité d'une grande résistance externe ; elle peut ainsi être suffisante en elle-même pour le contrôle de de la vitesse ;

2° Il faut toujours tâcher d'avoir le couple maximum pour un courant donné dans l'armature, et on peut l'obtenir le mieux possible par une saturation permanente ;

3° Cette saturation constante et maxima tend à diminuer les étincelles, qu'il faut

toujours éviter lorsqu'il s'agit de longues distances, où les moteurs marchent d'une façon continue pendant plusieurs heures.

Tout en prévoyant ainsi l'emploi des machines shunt, j'ai pensé que l'expérience indiquerait bientôt d'une façon positive s'il fallait donner la préférence à cet enroulement ou à l'enroulement en série.

Le collecteur devait avoir 558 mm de diamètre, ce qui conduisait naturellement à une grande vitesse aux balais ; mais je préférai accepter la difficulté mécanique inhérente à une grande vitesse circonférentielle, plutôt que de diminuer le diamètre en diminuant les sections, ce qui pouvait donner lieu à des étincelles.

Sans entrer dans le détail de la construction du collecteur, je dirai qu'on peut enlever ou remplacer une barre sans être obligé de sortir le collecteur.

(*à suivre.*) O.-T. CROSBY.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

La transmission de l'énergie par l'électricité

Par Gisbert KAPP

III (*suite et fin*) [1]

Le point de départ de la théorie que j'ai à vous exposer est l'expérience bien connue du disque d'Arago. Si un disque de cuivre tourne rapidement au-dessous d'une aiguille aimantée, celle-ci entre aussi en rotation. Je puis faire l'expérience devant vous, grâce à l'obligeance de la Direction des Sciences et des Arts, qui a mis l'appareil à ma disposition. Une feuille de verre est interposée entre le disque de cuivre et l'aiguille pour empêcher l'action de l'air entraîné. Vous voyez que si je fais tourner le disque, presque aussitôt l'aiguille le suit. La rotation de l'aiguille est évidemment due à l'action de quelque force mécanique. L'explication en est simple. En passant sous les pôles de l'aiguille, le disque devient le siège d'un système fort complexe de forces électromotrices qui donnent naissance à un système également très complexe de courants. Quelques-uns de ces courants coupent les lignes de force émanant de l'aiguille et donnent ainsi naissance aux efforts mécaniques qui déterminent la rotation de l'aiguille. Les choses se passent comme s'il existait entre le disque et l'aiguille une sorte de frottement électromagnétique qui fait que l'aiguille est entraînée par le disque. Puisque tout mouvement est relatif, il est évident que nous pouvons considérer l'aimant comme tournant et le disque entraîné par lui. Avec l'appareil que voici cette expérience inverse ne réussirait pas, parce que l'aiguille est petite et le disque pesant ; mais si nous nous servions d'un aimant très puissant tournant avec rapidité, nous pourrions provoquer la rotation d'un disque de cuivre. Je viens de dire que le système des courants créés dans le disque est très complexe ; il est facile de voir que seuls les courants dirigés suivant les rayons du disque peuvent concourir à la rotation de l'aiguille. Si donc nous voulons utiliser le phénomène, nous nous servirons non pas d'un disque complet, mais d'un système de conducteurs disposés de manière que les courants circulent autant que possible dans des directions radiales et seulement sur les points sous l'influence immédiate du champ magnétique. Mieux encore, nous renoncerons à la forme en disque et nous emploierons une armature du type à tambour avec noyau en

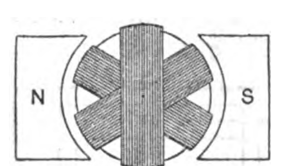


Fig. 13.

fer laminé, telle que le montre la vue en élévation de la figure 13. Au lieu d'un aimant rectiligne, nous nous servirons d'un aimant en fer à cheval disposé de façon à ce que ses deux pôles viennent de chaque côté de l'armature, qui comportera un certain nombre de bobines fermées. Si alors nous faisons tourner l'aimant, de forts courants seront engendrés successivement dans chacune des bobines et un couple très fort sera exercé sur l'armature. En fait, le couple sera comparable à celui nécessaire pour la rotation d'une armature à tambour ordinaire pour courants continus dans un champ intense si on met les balais en court

[1] Voir n° 46, p. 334, n° 48, p. 374, n° 49, p. 396 et 50, p. 415.

circuit. Vous le voyez, moyennant quelques petites améliorations du disque d'Arago, nous avons tout de suite une machine d'une puisssance considérable. Imaginons que l'aimant et l'armature soient montés sur des arbres indépendants (que le diagramme ne montre pas, mais qui passent tous deux à angle droit par le centre de la figure), il est clair que la puissance donnée à l'aimant est transmise par induction électromagnétique à l'armature, de sorte qu'une grande partie de cette puissance peut être empruntée à l'arbre de l'armature. Dans ce cas, il y a certainement transport de force, mais ce transport ne s'effectue pas dans les conditions de la pratique puisque la distance de transmission est nulle.

Il faut donc que nous essayions de disjoindre notre machine en deux parties, qui pourront être éloignées l'une de l'autre. Si l'aimant étant installé à plusieurs kilomètres de l'armature nous réussissons à transmettre la rotation de l'un à l'autre, nous aurons résolu le problème. C'est à un électricien italien, M. le professeur Gallileo Ferraris, de Turin, que revient l'honneur de cette solution. Dès 1888, ce savant communiquait à l'Académie de Turin les résultats de ses recherches sur les champs magnétiques tournants produits par les courants alternatifs.

Que nous faut-il à la station motrice? une armature comme celle de la figure 13 et un champ magnétique dont les lignes traversent l'armature et tournent autour de son centre; que ce champ soit dû à un aimant ou produit autrement, peu importe, et c'est précisément le mérite de Ferraris que d'avoir montré comment on pouvait produire un champ tournant de ce genre sans aimant et en se servant tout simplement de deux courants alternatifs distincts traversant des bobines fixes.

Comme le sujet est nouveau et que vous auriez quelque peine à le trouver dans les nombreux traités d'électrotechnique, il ne sera pas hors de propos de vous donner quelques explications à cet égard en procédant du simple au composé.

Envisageons d'abord la combinaison d'appareils que représente la figure 14. Nous avons, à gauche, un noyau annulaire en fer portant deux enroulements reliés en série et en communication par deux fils de ligne avec des enroulements analogues indiqués sur la droite de la figure et qui peuvent être à une distance quelconque des premiers. Dans l'espace circulaire circonscrit par le premier enroulement, plaçons un barreau aimanté NS susceptible de tourner autour du centre. Lorsque les pôles passent rapidement devant les fils, il y a production de force électromotrice et un courant induit naît dont la direction change deux fois à chaque révolution. Nous sommes en présence d'une génératrice ordinaire à courants alternatifs, à armature fixe et à champ tournant. Il est clair qu'avec des proportions et un agencement convenables des différentes parties de l'appareil, nous pourrons produire un courant sinusoïdal; pour simplifier, je supposerai, dans le cas actuel et dans ceux que j'examinerai tout à l'heure, que les variations de courant suivent la loi sinusoïdale. En traversant les enroulements de droite, le courant alternatif provoque l'aimantation du noyau de fer et développe la polarité dans le sens M_1M_1. L'effet est le même que si nous placions dans l'anneau un aimant vertical susceptible de se contracter, de telle sorte qu'il se réduise à un point au moment où le courant est nul et s'allongeant à mesure que le courant augmente. Nous pouvons imaginer que cet aimant se contracte et se développe alternativement, en même temps que sa polarité se renverse chaque fois qu'il passe par sa valeur nulle. Ainsi, dans l'appareil de la figure 14, la rotation d'un aimant à gauche produit simplement un champ magnétique oscillant à droite. Comme vous le savez, un champ magnétique peut être représenté graphiquement en direction et en intensité par une ligne droite; dans le cas particulier qui nous occupe, la ligne représentative du champ oscillant sera la projection du rayon n, sur la verticale M_1M_1 si la longueur de ce rayon représente l'intensité du champ correspondant au courant maximum. Dans la position représentée sur la figure, notre aimant contractile aura pris l'importance représentée par la ligne $s^1 n^1$; et, s'il n'y avait pas de cause perturbatrice, l'aimant tournant occuperait la position SN; à cause de la perte dans la transmission, N se trouve un peu plus éloigné que n. S'il y a retard, n ne se trouvera plus sur le même rayon que N, mais un peu en arrière, en n' par exemple,

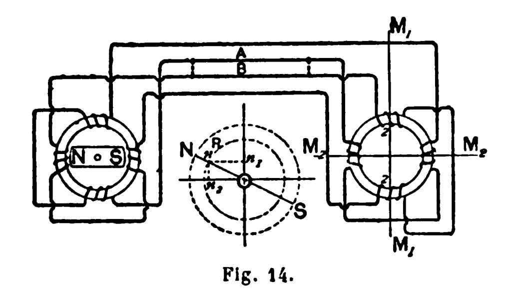


Fig. 14.

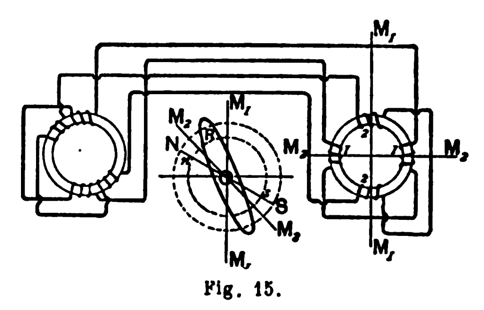


Fig. 15.

et l'intensité du champ oscillant sera n'_1, s'_1. L'effet pratique du retard, c'est que le champ tournant aura passé par la position verticale montrée sur le diagramme à l'instant où le courant aura atteint son maximum. Je puis donc éliminer le retard du diagramme en supposant que le champ tournant a été reculé d'un angle égal au retard. Sur la figure 14, les bobines sur l'anneau à droite sont placées sur un diamètre horizontal. Si on les place suivant un diamètre vertical (fig. 15), le champ tournant en résultant sera horizontal et dirigé suivant la ligne M_2 M_2. La projection de n sur la verticale devra être prise au-dessus de l'horizontale.

Supposons maintenant qu'il y ait des bobines horizontales et des bobines verticales sur l'anneau; l'effet combiné de ces bobines sera la production d'un champ oscillant suivant la ligne R R, dont l'intensité sera, ainsi que vous pouvez aisément vous en rendre compte, de 40 0/0 environ plus grande que dans l'un ou l'autre des premiers cas; mais alors le champ n'est plus un champ tournant.

Nous n'avons donc pas beaucoup avancé jusqu'ici; nous produisons bien à distance un champ oscillant, mais ce qu'il nous faut, c'est un champ tournant, et pour y arriver il nous faut doubler l'appareil de la figure 14, en ajoutant des bobines horizontales sur l'anneau de la génératrice et des bobines verticales sur l'anneau du moteur. C'est l'arrangement représenté par la figure 16. Le

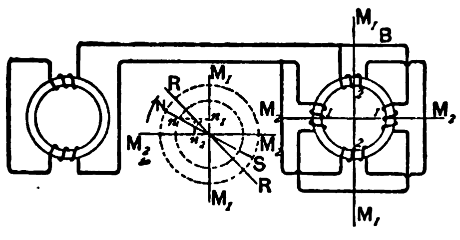


Fig. 16.

champ produit par les bobines 1, 1 est donné par la projection de n sur la verticale, et celui produit par les bobines 2, 2 par la projection de n sur l'horizontale.

La résultante de ces deux champs est donc n, le point n tournant autour du centre sur le cercle R. L'effet de la révolution d'un aimant réel à l'intérieur de l'anneau est alors la production d'un champ magnétique tournant d'intensité n dans l'anneau du moteur, une sorte de fantôme magnétique tournant qui, pour le but que nous poursuivons, est absolument aussi convenable qu'un aimant réel.

Vous remarquerez que, sur le diagramme 16, quatre fils sont indiqués pour relier les machines génératrices et réceptrices. Comme le potentiel absolu de l'un quelconque de ces fils peut être choisi arbitrairement, rien ne nous empêche de le choisir de manière que sa valeur soit celle du potentiel absolu d'un autre fil n'appartenant pas au même circuit. Nous pourrons, par exemple, égaliser le potentiel entre les fils A et B, en reliant ces fils à leur terminus, et cela, sans nuire le moins du monde au fonctionnement des machines. Mieux encore, nous pourrions supprimer l'un des fils et utiliser l'autre comme fil commun pour les deux circuits, réduisant ainsi le nombre des fils à trois. Le fil commun devra toutefois avoir une capacité de transmission plus grande d'environ 40 0/0, puisque la somme algébrique des deux courants est 1, 4 fois l'intensité de chacun d'eux.

Nous voici donc en présence de la solution théorique du problème de la transmission de la force par les courants alternatifs telle qu'elle a été indiquée par Ferraris. Mais le premier qui en ait poursuivi la réalisation pratique est M. Tesla, un électricien américain, et les moteurs dont je viens de vous donner une idée, sont connus sous le nom de moteurs Tesla, bien que la désignation de « moteur Ferraris » paraisse plus convenable, pour les distinguer des moteurs à deux fils de Tesla, auxquels j'arrive maintenant.

Pour la transmission de la force par le système que je viens d'exposer, il faut à la station génératrice un alternateur sur l'armature duquel sont enroulés deux circuits donnant des courants avec un quart de période de différence de phase, trois fils de ligne et un moteur avec inducteur laminé excité par des bobines placées alternativement dans les deux circuits, de manière à produire un champ tournant. L'armature de ce moteur doit avoir un noyau en fer entouré de bobines fermées sur elles-mêmes.

La nécessité de se servir de trois fils de ligne constitue un inconvénient auquel plusieurs ingénieurs, parmi lesquels M. Tesla, ont essayé de remédier par l'emploi de deux fils seulement. Les méthodes suggérées ont cela de commun qu'elles cherchent toutes à produire une différence de phase entre les courants qui traversent le moteur sans recourir à la seconde série de bobines sur la génératrice. Si, par exemple, nous insérons une grande résistance sans self-induction dans la branche B de la figure 15 et une bobine à très faible résistance mais à grande self-induction dans la branche A, le courant dans les bobines 1, 1 sera légèrement en retard sur la force électromotrice de la génératrice, tandis que le retard du courant dans les bobines 2, 2 sera plus considérable. La différence de phase entre les deux courants ne peut naturellement pas atteindre 90 degrés, angle qui serait nécessaire pour obtenir le meilleur effet, mais on peut certainement obtenir ainsi un certain décalage. La disposition équivaut, en fait, à celle représentée (fig. 17), où la distance entre les deux séries de bobines sur la génératrice est moindre de 90 degrés.

Une construction géométrique des plus simples,

et sur laquelle je n'ai pas besoin de m'arrêter, montre que, dans ce cas, la trajectoire des pôles de ce que j'ai appelé plus haut le fantôme magnétique tournant est une ellipse, mais qu'elle peut devenir un cercle par un arrangement dissymétrique des bobines sur le moteur, quoique, dans ce cas, le diamètre du cercle soit très réduit. Du reste, le rendement de la machine est également réduit par suite de la perte considérable dans les résistances.

Par suite du faible rendement et de leur puis-

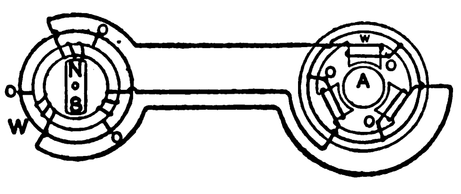


Fig. 17.

sance peu considérable, l'usage des moteurs à champ tournant à deux fils est nécessairement restreint aux cas où ces défectuosités n'ont que peu d'importance, et ces moteurs ne sauraient convenir pour la transmission de grandes forces à de grandes distances. Il faut alors employer trois fils, ce qui n'est pas, en somme, un gros inconvénient, puisque le coût de la ligne n'est que peu augmenté par la répartition du poids total de cuivre sur trois fils au lieu de deux.

Le moteur à champ tournant a pourtant un inconvénient, c'est qu'il n'est pas auto-régulateur. Sa vitesse peut varier depuis zéro jusqu'à la vitesse qui produira le synchronisme entre les deux machines, selon que la charge mécanique variera depuis un maximum jusqu'à zéro. On peut écarter cet inconvénient en combinant avec l'armature du moteur un aimant qui oblige l'armature à suivre le courant et assure ainsi une vitesse constante pour les charges variables. Le moteur partira avec une grande puissance, grâce aux courants induits produits dans les enroulements de l'armature par le champ tournant, et, après qu'il aura atteint la vitesse donnant le synchronisme, il s'y maintiendra en vertu de l'action mutuelle qui s'exerce entre le champ tournant et l'aimant tournant. En fait, les choses se passeront comme pour un alternateur ordinaire avec cette différence pourtant que s'il est surchargé de 50 ou 100 0/0, l'alternateur ordinaire s'arrêtera, tandis que le moteur Ferraris, avec la combinaison indiquée, sera toujours prêt à repartir de lui-même dès que la surcharge aura disparu.

Depuis que l'invention de M. Ferraris a été rendue publique, beaucoup d'ingénieurs se sont occupés des moteurs à champ tournant et surtout de la modification qui permettrait de n'employer que deux séries de bobines. A ma connaissance, les premiers qui proposèrent l'usage des trois bobines furent M. Tesla et Charles Bradley. Le dernier avait déposé, en 1888 aux États-Unis, une demande de brevet qui porte le numéro 409 450 et lui fut accordée le 20 août 1889. Viennent ensuite Wenström avec son brevet anglais numéro 5 423, de 1890, et, à peu près en même temps, Dobrovolsky, à Berlin, avec un système similaire. Lors de ma visite aux ateliers de la « Berliner Elektricitäts Gesellschaft » à Berlin, il y a un an, il me montra un moteur à trois fils en service, et, peu de temps après, Charles Brown, d'Œrlikon, reprenait la question. Vous apprendrez sans doute avec inté-

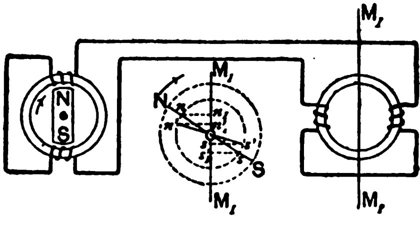


Fig. 18.

rêt qu'actuellement il installe une transmission de 500 chevaux-vapeur entre Bulach et Œrlikon, distants de 24 km ; cette transmission est destinée à fournir la force motrice aux ateliers d'Œrlikon. La figure 18 indique le principe général sur lequel elle est basée.

La génératrice comporte un champ magnétique tournant et une armature enroulée de trois bobines distinctes. L'extrémité O de chaque bobine est reliée à un fil W commun à toutes les bobines et les trois bouts libres sont réunis aux trois fils de ligne. A la station réceptrice, il y a un aimant à trois branches dont les bobines sont reliées aux fils de ligne, d'une part, et au fil commun W, d'autre part. Il est facile de voir que la rotation du champ dans la génératrice produira des polarités successives dans les branches de l'aimant de la réceptrice et que l'effet général sera celui d'un champ tournant. L'armature A sera mise en mouvement de la même façon que dans le cas du moteur original Ferraris. Ce mode de transmission est connu en Allemagne sous le nom de transmission par « courant à trois phases », et il est probable qu'il ne tardera pas à devenir un concurrent sérieux du mode par courants alternatifs ordinaire.

Tous les diagrammes que j'ai placés sous vos yeux étaient dessinés pour des machines à deux pôles, car c'est le meilleur moyen de bien montrer les principes ; mais, j'ai à peine besoin de le dire, dans la pratique les machines sont multipolaires en vue de ramener la vitesse à tel degré que l'on veut.

Vous vous demanderez peut-être pourquoi je m'étends de la sorte sur ce mode de transmission qui exige trois fils et un type totalement nouveau de moteur, alors que les dynamos et moteurs ordinaires fournissent d'excellents résul-

tats avec deux fils seulement. La réponse est simple, c'est que le nouveau système permet d'étendre considérablement la distance de transmission. J'ai parlé des difficultés qu'entraînent les hautes tensions dans les transmissions à longues distances eu égard aux commutateurs et à l'isolement général des machines.

Avec le système à trois fils et courants alternatifs, nous n'avons pas de collecteurs et, en fait, pas de frottements; une des difficultés se trouve donc écartée. Il est aisé de voir comment on peut remédier à celle résultant de l'isolement général des machines : au lieu d'un travail direct, nous n'avons besoin que d'un travail dans les transformateurs dont l'isolement ne soulève aucune difficulté. J'ai là devant moi un transformateur du type de MM. Johnson et Philipps établi spécialement en vue des courants à haute tension et isolé au moyen de l'huile. Je me suis servi récemment de deux de ces transformateurs pour essayer une ligne de Brooks. Dans l'un d'eux, la tension fut portée de 2 400 à 17 000 volts et le courant à haute tension, lancé à travers la ligne pour être ramené à l'autre extrémité à 2 400 volts et finalement à 100 volts pour l'éclairage par lampes à incandescence. L'appareil fut maintenu en service durant plusieurs jours sans difficulté. M. Brown m'informe qu'avec des transformateurs isolés par l'huile il a pu aller jusqu'à 36 000 volts sans rompre l'isolement et que la ligne Bulach - Œrlikon sera établie pour 25 000 volts alors que la machine ne travaillera qu'à quelques centaines de volts. Il n'y a donc aucune difficulté à adopter le voltage le plus économique dans chaque cas et à éviter tout danger pour le personnel et pour les machines aux stations génératrice et réceptrice.

Je sens que je tombe dans l'apologie en m'occupant si longuement d'une branche de la transmission de l'énergie qui, pour beaucoup d'entre vous, peut paraître encore dans la théorie pure et ne pas être mûre pour la discussion. Mon excuse est que je suis fermement convaincu que cette forme d'utilisation des courants alternatifs sera l'ultime solution du problème de la transmission de l'énergie, permettant cette transmission peut-être à toutes distances, en tous cas certainement à de très grandes distances. J'ai voulu attirer l'attention des ingénieurs-électriciens sur un sujet d'un si brillant avenir et à l'égard duquel il reste encore beaucoup à faire.

Pour clore mes conférences, je désire vous donner quelques exemples de transmission à courtes distances appliquées à des machines-outils électriques. Cette branche de notre sujet a reçu dans ces dernières années un grand développement de la part de diverses maisons anglaises, grâce à l'initiative et la persévérance desquelles ce genre de machines-outils a conquis droit de cité dans les usines et sur les chantiers.

Je mentionnerai, par exemple, les chantiers de construction navale de MM. Denny frères, à Dumbarton. Je ne puis faire mieux que de vous citer les renseignements qu'a bien voulu nous donner à cet égard M. Archibald Denny : « Dans nos chantiers et usines, nous avons de nombreux exemples de transmission électrique d'énergie. Dans notre bassin d'expériences, nous actionnons notre machine à découper et des petits tours au moyen d'un moteur Immisch de trois chevaux. Dans nos ateliers de tapisserie, un autre moteur Immisch de deux chevaux actionne six machines à coudre, laissant une grande réserve de force. Dans notre bassin d'expériences, nous nous servons aussi de petits moteurs pour faire tourner un petit modèle de roue à aubes de nos modèles d'expériences, et ils nous ont donné les meilleurs résultats. La puissance nécessaire à tous ces moteurs est fournie par une dynamo unique. Nous avons de plus dans le chantier un moteur de trois chevaux pour le perçage sur place des tubes d'étambot; auparavant il nous fallait mettre un homme à la machine portative dont nous nous servions pour surveiller le feu et entretenir l'approvisionnement d'eau.

Durant les fêtes, alors que toutes les chaudières sauf une sont éteintes, nous nous servons d'un moteur pour actionner quelques tours de l'atelier des réparations. L'atelier des modèles est pourvu d'un moteur Manchester de quinze chevaux-vapeur. »

Vous voyez que MM. Denny frères trouvent la transmission électrique si commode, si économique qu'ils en font usage sur une grande échelle. Ils se servent d'une machine spéciale pour le perçage des plaques de fondation. Le poids de la machine est suffisant pour fournir la pression nécessaire pour le perçage, et tout l'appareil, étant monté sur roues, peut-être déplacé facilement. La machine perce des trous de 0,03 m de diamètre à travers deux épaisseurs de plaques de 0,025 m en trois minutes.

D'autres machines spéciales sont également mues par l'électricité et donnent les meilleurs résultats comme rapidité d'exécution et économie.

Les trous de rivets pour chaudières à vapeur sont aussi percés par une machine électrique ; elle est pourvue d'un trépied qui permet de la placer à l'intérieur de la chaudière, mais peut aussi servir à l'extérieur. Avec cette machine un seul homme fait le travail de trois ou quatre hommes utilisant les anciens dispositifs.

Je ne puis passer sous silence les travaux de M. Rowan, qui a développé avec tant de bonheur cette branche de la transmission de l'énergie. Vous avez sur le tableau la représentation d'une perceuse volante de M. Rowan. L'appareil est suspendu par une chaîne sur le flanc du navire et reçoit le courant par deux fils flexibles. La simple manœuvre d'un commutateur permet de le fixer ou de le détacher du navire, ainsi que vous pouvez le voir sur le modèle que je dois à

l'obligeance de MM. M. Whirter, Fergusson et Cie, les constructeurs.

Voici encore une machine électrique pour couper les tubes qu'a bien voulu me prêter M. Webb, superintendant du « London and North-Western Railway » et que je fais fonctionner devant vous.

Je me bornerai à ces quelques exemples, mais il me serait facile de les multiplier; je pourrai entre autres citer les nombreuses machines électriques employées dans les exploitations minières, telles que pompes, treuils, haveuses, perceuses, etc, qui ont fait l'objet des travaux de nombreuses maisons d'ici et de l'étranger. MM. Goolden et Cie entre autres, se sont attachés à ces questions durant ces quatre dernières années; les résultats qu'ils ont obtenus ont fait l'objet d'une excellente note présentée par M. Atkinson, à l'« Institution of Civil Engineers », il y a quelques semaines, de sorte que je ne m'y arrêterai pas.

Je n'ai pas essayé, au cours de ces conférences, de traiter à fond chacune des branches du sujet, je me suis plutôt efforcé de les passer en revue d'une façon rapide de manière à vous faire connaître ce qui a été fait et ce qui reste à faire dans chacune d'elles. On entend très souvent dire que l'électricité est encore dans l'enfance et que d'ici quelque temps ce sera la seule source de force pour entraîner nos trains de chemins de fer, mouvoir nos vaisseaux à travers l'Océan, actionner nos usines. Ce sont des rêves maladifs, des idées mises en avant par des personnes qui ont oublié ou n'ont jamais appris les lois fondamentales de la nature. Ne gaspillons pas notre temps pour de telles idées, et occupons-nous de problèmes moins décevants tels que l'utilisation des chutes d'eau, la consommation du charbon à la mine même, l'établissement de chemins de fer dans les régions montagneuses, de railways souterrains dans les villes, la substitution des moteurs électriques aux petits moteurs auxiliaires à vapeur, enfin leur application aux machines-outils et autres machines spéciales, comme je vous en ai donné quelques exemples.

L. F.

(*Society of Arts.*)

CORRESPONDANCE

Paris le 7 décembre 1891.

Monsieur le Rédacteur en chef de l'Électricien.

MONSIEUR,

La prétention formulée par M. Dorez dans le numéro du 5 décembre de rapporter à lui la paternité d'un type de machine aussi connu que le « type Manchester » est de nature à faire sourire les grandes maisons citées par lui comme se livrant à une contrefaçon condamnable.

Ce système inducteur est de ceux dont la paternité appartient à tout le monde, bien que beaucoup de constructeurs l'affublent de leur nom; c'est une preuve d'intelligence de la maison Breguet et de la succursale Edison de l'avoir simplement désigné sous la rubrique de série spéciale ou de 1889.

Je doute fort que M. Doroz, malgré son système inducteur breveté, puisse arrêter la contrefaçon et l'empêcher de s'exercer au grand jour.

Recevez, Monsieur, mes bien sincères salutations.

G. MIOT.

CHRONIQUE

Exposition de Palerme. — Le 15 novembre dernier, le roi et la reine d'Italie et le prince de Naples inauguraient l'Exposition de Palerme. Les constructions, d'un style arabe, sont très réussies, elles ont valu à M. Bazile, leur architecte, des félicitations méritées de la part de S. M. Plus de huit mille exposants ont participé à l'Exposition. S. M. a pendant son séjour à Palerme visité la Section française, dont le commissaire, M. Révérend, lui a fait les honneurs. L'installation du Ministère des Postes et Télégraphes a particulièrement attiré son attention, il a manifesté sa satisfaction de voir le gouvernement français prendre part à cette grande démonstration italienne et a exprimé l'espoir que cela pourrait être l'origine d'un rapprochement commercial entre les deux nations. MM. de Douville-Maillefeu, député, de Pourtalès, consul, et de Baritault, ingénieur et des principaux membres de la colonie française se sont également entretenus avec S. M. Le cortège royal, à quitté Palerme le 26 novembre, au milieu des acclamations du peuple; quatorze navires de guerre l'on accompagné jusqu'à Naples.

La Téléphonie en province. — Les lignes de Roubaix-Lille-Fourmies, de Cognac, d'Arcachon-Bordeaux, viennent d'être ouvertes au service.

Eclairage électrique de Murcie. — Le consul de France à Carthagène fait savoir aux industriels qu'il vient de se fonder à Murcie une société pour l'éclairage électrique de cette ville. Les fournitures nécessaires à cette Compagnie pourraient être obtenues par des constructeurs français si ceux-ci adressaient immédiatement leurs offres de service.

Eclairage électrique de Nîmes. — La Compagnie Ferranti vient de terminer l'usine électrique de Nîmes qui alimente actuellement 6 000 lampes.

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.



2e Série. — Tome II. N° 52 26 Décembre 1891.

L'ÉLECTRICIEN

REVUE INTERNATIONALE DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE SES APPLICATIONS

LA TRACTION ÉLECTRIQUE A GRANDE VITESSE

(*suite et fin*[1])

Le rhéostat pour le circuit de l'armature était prévu en fil de fer, avec l'intention toutefois d'expérimenter également des rhéostats liquides et des rhéostats en charbon. Les dimensions de ce rhéostat principal furent déterminées en raison du courant de démarrage et du courant nécessaire pour maintenir les faibles vitesses. Le courant de démarrage calculé fut trouvé de 300 à 400 ampères, la charge étant de 36 tonnes (locomotive et trois voitures chargées). Pour une marche continue de 50 km à l'heure, un courant de 40 ampères devait suffire, la force contre-électromotrice de chaque moteur n'étant à cette vitesse que de 320 volts. Le potentiel de la ligne étant de 3 000 volts, il fallait intercaler dans le circuit des armatures une résistance extérieure de 59 ohms $= \frac{3\,000 - 640}{40}$. Les fils furent calculés pour supporter 40 ampères d'une façon continue, et les diverses sections furent déterminées de façon à pouvoir supporter les courants correspondants, pendant tout le temps nécessaire à la mise en vitesse. Il va de soi qu'on aurait pu réduire considérablement le rhéostat en enroulant les moteurs pour fonctionner en dérivation sur le potentiel normal de la ligne, et en couplant les armatures en série pour marcher à petite vitesse. Un petit rhéostat et un condensateur devaient être placés dans le circuit d'excitation. De même, le circuit d'éclairage devait être muni d'un rhéostat.

C'est un problème important que celui du freinage d'une masse de 40 tonnes marchant à 240 km à l'heure. Les essais de Galton et Westinghouse indiquent un très faible coefficient de frottement entre le sabot du frein et la roue, aux grandes vitesses ; ils fournissent, dans certains cas, à 95 km à l'heure, un coefficient de 0,04 seulement. Comme ce coefficient augmente rapidement lorsque la vitesse diminue, on peut prendre 0,1 comme moyenne. L'effort retardateur total (c'est-à-dire la résistance du frein, celle due aux frottements et roulements et la résistance de l'air) doit être au-dessous de celui qui produirait le patinage des roues, et le coefficient de glissement de celles-ci peut être pris de 0,08 en moyenne. Si nous appelons P la pression maxima sur les sabots, R les résistances autres que celle-là, et W le poids sur les roues freinées, nous pouvons écrire l'inégalité suivante :

$$0{,}1\ P + R < 0{,}08\ W.$$

La valeur de P doit être calculée de telle sorte que, avec une petite marge, elle satisfasse à cette inégalité.

D'après ce calcul, on trouva 2 250 kg pour la pression du sabot sur chaque roue, et on se proposa de la donner à l'aide de freins magnétiques semblables à ceux employés par M. Daft sur le « New-York Elevated Railway ».

Une masse de 36 200 kg lancée à la vitesse de 240 km à l'heure représente une énergie de 8 000 000 de kilogrammètres.

La résistance meyenne des freins étant de :

$$0{,}1 \times 27\,000 = 2\,720 \text{ kg}$$

et celle due à la voie et à l'action de l'air (à la vitesse moyenne de 120 km) de 180 kg, on

[1] Voir nos 48, page 371 et 51, page 431.

peut en outre demander aux moteurs de fournir un courant qui sera perdu dans le rhéostat. Comme le circuit d'excitation — dans le cas des moteurs shunt — est indépendant, l'excitation peut rester constante, et la force électromotrice moyenne des moteurs, qui fournissent 1 500 volts à 1 100 tours par minute (c'est-à-dire à la vitesse de 240 km à l'heure avec des roues de 1,06 m) sera, pendant l'arrêt du train, 750 volts. Si l'on donne à la résistance extérieure une valeur telle qu'un courant de 200 ampères traverse les deux armatures en série, la résistance moyenne de la dynamo sera 910 kg, de sorte que l'effort retardateur total sera 2 720 + 180 + 910 = 3 810 kg. En divisant 8 000 000 par cette dernière quantité, nous avons 2 100 m pour la distance d'arrêt, et pour le temps d'arrêt environ 100 secondes.

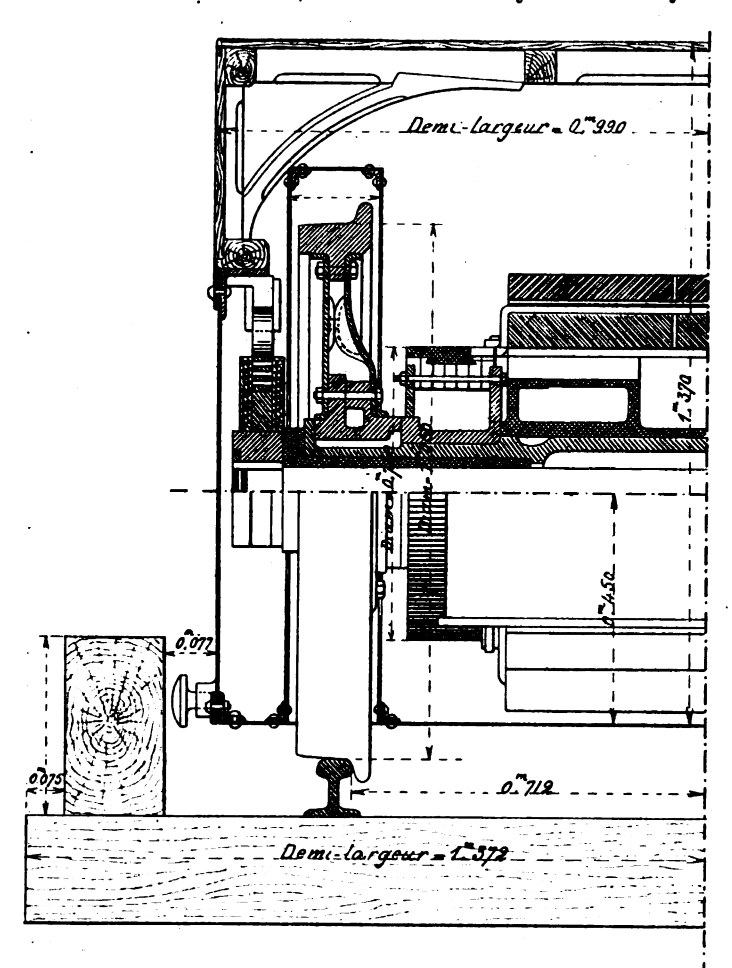


Fig. 2.

En ce qui concerne la construction mécanique de la locomotive, deux projets furent comparés : l'un avait un empâtement fixe de 3,65 m, et pas de roues directrices ; l'autre avait un empâtement de 2,15 m pour les roues motrices, et était muni, en tête, d'un essieu porteur, libre de se déplacer latéralement d'une certaine quantité, en entraînant les essieux moteurs dans le même sens. C'est le principe général des roues directrices, si largement employé dans les machines à grande vitesse. Ce second arrangement est le meilleur. Presque tout le poids repose sur les roues motrices. Dans ce cas particulier, le poids total de la locomotive est d'environ 18 tonnes, chaque moteur pesant 6 tonnes. 15 tonnes reposent sur les roues motrices. Si l'adhérence en marche est seulement de 1/10, on peut disposer d'un effort circonférentiel de 1 500 kg, sans crainte de patinage. Ce chiffre est très sûr, car, en supposant que les 600 chevaux soient nécessaires à la vitesse de 240 km à l'heure, l'effort horizontal correspondant n'est que de 680 kg. Pour le démarrage, l'adhérence peut être prise égale à 1/4, ce qui donne 3 750 kg pour l'effort de traction possible, chiffre de beaucoup supérieur à l'effort réel.

La construction de la locomotive est telle, que le poids total de l'armature repose sur l'essieu. En faisant ainsi, je n'ignorais pas que l'armature devait être soumise à de fortes

vibrations. Mais je crois qu'il est plus facile de surmonter cette difficulté par une bonne construction mécanique que par l'emploi de ressorts. Pour un mécanisme qui doit fonctionner longtemps et à grande vitesse, la simplicité est une qualité essentielle, et j'ai constaté depuis longtemps que celui qui fait preuve d'une grande ingéniosité dans l'adaptation d'un moteur électrique à un véhicule quelconque a rarement un grand succès.

Le poids des électros et des pièces polaires repose aussi sur les essieux, avec inter-

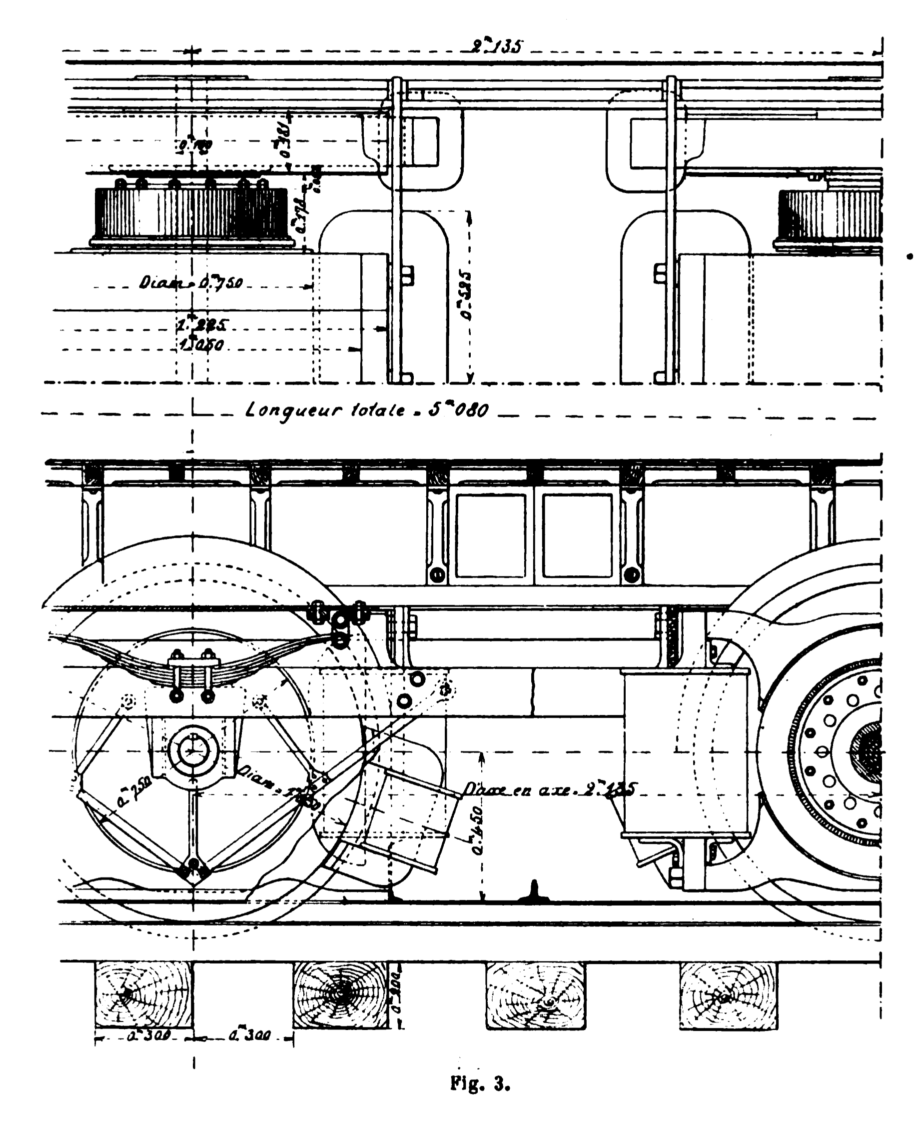


Fig. 3.

position de plaques de caoutchouc laissant un jeu maximum de 1,5 mm. En se servant de moteurs en simple fer à cheval, on peut supporter une partie du poids par l'intermédiaire de ressorts ; mais, d'autre part, il est plus difficile d'obtenir un moteur parfaitement exempt d'étincelles. De plus, le poids direct sur les essieux, dans notre cas, n'est pas beaucoup supérieur à celui des roues de 2,40 m et des autres pièces du mécanisme d'une locomotive ordinaire. D'ailleurs, le besoin de ressorts se fait d'autant moins sentir que le roulement sur la voie est meilleur, et sur une voie idéale les ressorts ne serviraient à rien, sauf dans les courbes.

D'après le premier projet, le pilote devait prendre place entre les deux moteurs, où devaient se trouver également les appareils de contrôle. Dans le second plan, sa place est prévue au-dessus de l'essieu directeur, et les divers appareils sont surtout placés dans la tête cylindrique ou parabolique.

Les dessins de détail des wagons à marchandises et à voyageurs ont été faits entièrement. Il est sans intérêt de les reproduire ici.

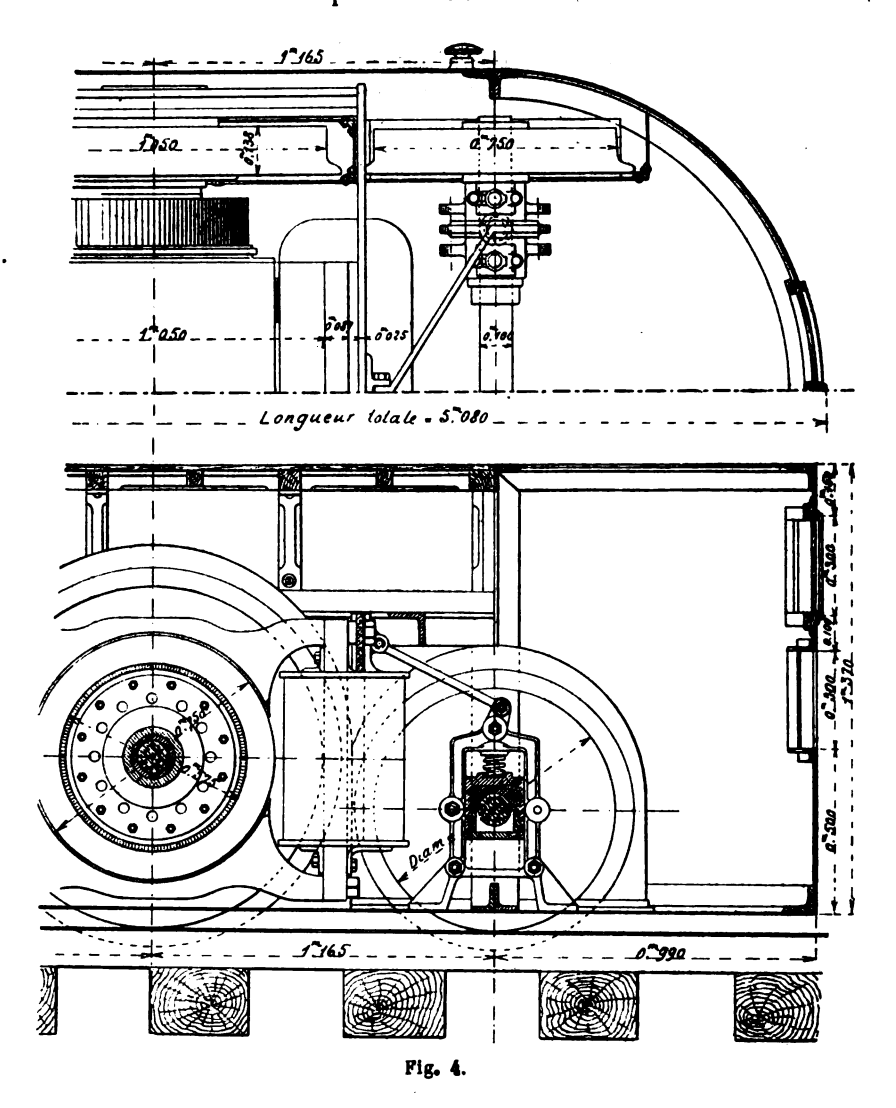


Fig. 4.

En ce qui concerne l'arrivée du courant, nous nous proposons d'employer le système à double conducteur. Ce système différant de la méthode habituelle de retour par les rails, d'un emploi si général maintenant, est motivé par les raisons suivantes :

1° Pour un voltage donné, il diminue le prix de l'isolement ;

2° Il diminue le danger d'accident dans les moteurs ;

3° Il diminue le danger d'accident pour les ouvriers ;

4° Par suite de cette plus grande facilité de manœuvre, on pourra probablement adopter des voltages plus élevés qu'avec le retour par les rails, de sorte qu'en fait le prix de premier établissement peut ne pas être plus élevé.

Les conducteurs seront placés dans un conduit renversé, en bois, supporté par des poteaux placés de chaque côté de la voie, à 3,60 m l'un de l'autre. De chaque côté, les conducteurs seront au nombre de deux : l'un, isolé et continu, l'autre formé d'une bande plate et nue, divisée en sections, qui seront ordinairement hors circuit; au passage de la locomotive, le bras à poulie que porte celle-ci mettra en circuit la section d'avant et hors circuit celle d'arrière. Ce commutateur a été étudié en détail.

Les progrès dans l'isolation des fils pourront seuls déterminer le voltage. Pour une ligne à longue portée, il n'y a pas lieu de s'arrêter au voltage qui peut donner la mort.

En ce qui concerne la question importante de la détermination des courbes limites, les calculs ont été faits de la façon ordinaire, en prenant des valeurs spéciales pour le poids et la hauteur du centre de gravité, et on en a déduit une vitesse offrant toute sécurité, en prenant la moitié de celle pour laquelle la force centrifuge ferait passer le véhicule pardessus le rail extérieur. La surélévation, négligée dans les calculs, s'ajoute encore comme facteur de sûreté.

Voici du reste la table qui résume les calculs:

Rayon en mètres	Vitesse sûre (km à l'heure)
300	114
600	157
900	192
1 200	225
1 500	250
1 800	275
2 100	300
2 400	320

Naturellement, l'expérience seule pourra dire si le coefficient de sécurité, suffisant pour les vitesses actuelles, le sera encore pour les vitesses plus élevées que nous nous proposons d'atteindre.

Aspect financier de la question

Le calcul du prix du cuivre a été basé sur l'hypothèse de stations à 3 000 volts et aussi à 6 000 volts, à 80 km de distance l'une de l'autre, et par suite fournissant le courant à 40 km de chaque côté, et pour un service demandant un train pour chaque section de 40 km, la perte sur la ligne étant de 33 0/0 du potentiel à la station. Pour une ligne de 1 600 km (de New-York à Chicago, par exemple) avec du cuivre à 1,65 fr le kg, et pour 3 000 volts on aurait:

Prix des conducteurs (y compris les supports)	22 750	fr le km
— de la station, par km, y compris machines à vapeur. .	9 700	—
— de la double voie, dépôts compris.	170 000	—
— du matériel roulant (train de 3 voitures), calculé sur 50 trains et machines.	3 100	—
Total. . .	205 550	—

Dans ce devis, le prix de la construction de la voie est basé sur les prix de l'Erié-Railway C°.

Pour calculer les dépenses d'exploitation, supposons 20 trains par jour dans chaque sens, et une vitesse de 200 km à l'heure, soit 8 heures pour le trajet. Supposons une station de 800 chevaux par train en marche, soit 64 000 chevaux-heures pour le trajet. Dans les grandes stations qui travaillent dans les conditions ci-dessus, le prix du cheval-heure est de 0,045 fr (voir les tables dans le mémoire : *Limitations of steam and Electricity*), soit par voyage 288 fr de force motrice. Supposons deux hommes pour le service de chaque train, et un en réserve, et admettons 15 fr par homme et par trajet de 8 heures.

Le coût par train et par trajet sera de $3 \times 15 = 45$ fr. Les intérêts par train et par voyage s'élèvent à :

$$\frac{205\ 550 \times 0{,}05}{365} = 1\ 126 \text{ francs.}$$

Pour l'entretien de la voie (voir les statistiques de Vellington) prenons 3 100 fr par km de double voie, soit, par jour, pour la ligne en question.

$$\frac{3\ 100 \times 1\ 600}{365}\ 13\ 600 \text{ francs,}$$

soit par train et par voyage $\frac{13\ 600}{40} = 340$ francs.

Pour les dépenses générales d'exploitation, prenons 5 000 fr par jour, soit par train-voyage, 125 fr.

Pour l'usure, la dépréciation, l'huile, etc., sur le train lui-même, supposons 50 fr par voyage.

Nous avons au total $288 + 45 + 1\ 126 + 340 + 125 + 50 = 1\ 974$ fr de dépenses.

Pour les recettes, supposons une moyenne de 2 voitures (telles qu'elles ont été prévues) pouvant porter chacune de 4 500 kg de marchandises ou 15 voyageurs. Admettons que la charge du train soit de 6 800 kg de marchandises, ou 20 voyageurs. Si la taxe des marchandises est 3,30 fr par 100 kg, celle des voyageurs 125 fr, la recette par voyage sera dans chaque cas 2 500 fr, et laissera par suite un bénéfice d'au moins 500 fr par voyage, soit 20 000 fr par jour.

Le poids total de marchandises, dans chaque sens, nécessaire pour justifier le service ci-dessus, est de 136 500 kg, ou, si l'on transporte 200 voyageurs (soit 10 trains de voyageurs par jour, dans chaque sens), 68 000 kg seulement. Le mouvement actuel entre New-York et Chicago, par express, n'est pas éloigné de ce chiffre. Une ligne de 800 km, reliant Boston, New-York, Philadelphie, Baltimore et Washington, serait encore d'un meilleur rapport. Il ne faut pas oublier que nous avons considéré de petits trains, pour lesquels les dépenses fixes sont relativement considérables. Mais de plus grands trains peuvent rouler, *et rouleront*, je pense, aux vitesses ci-dessus ; mais j'ai supposé qu'il faut faire petit avant de faire grand. J'ajouterai que l'emploi d'une tension de 6 000 volts et l'utilisation des lignes existantes sont de nature à diminuer le prix de premier établissement. Il est cependant bon de s'arrêter à ces chiffres élevés, car il sera nécessaire d'entrer dans les villes au-dessus ou au-dessous du sol, et de supprimer tout passage à niveau (les routes étant traversées sur des ponts).

Tout le matériel dont il est question ci-dessus coûterait environ 1 500 000 fr, y compris la construction et l'exploitation, pendant un certain temps, de la ligne circulaire de 6,400 km, proposée. L'année dernière, la Compagnie de Baltimore a rencontré des difficultés inattendues dans ses efforts pour augmenter le capital nécessaire. Les opérations furent suspendues, et ma collaboration cessa, juste au moment où les plans étaient terminés, même les dessins d'exécution. J'ai appris avec plaisir que, loin d'être découragée, la Compagnie allait poursuivre la grande œuvre à laquelle elle a donné son appui [1].

(*Traduction de M. F. Drouin.*) O.-T. Crosby.

L'ARGENTINAGE ET L'ARGENTURE

Nous avons eu l'occasion de visiter, il y a quelques jours, l'usine où M. Marino pratique un nouveau procédé de dépôts qui donne des résultats intéressants.

[1] Dans une note finale, M. O.-T. Crosby prévient que le temps ne lui a pas permis de revoir soigneusement les calculs contenus dans ce mémoire.

Les procédés sont tenus secrets, aussi ne pouvons-nous donner à nos lecteurs que des résultats annoncés et citer ce que nous avons vu.

L'argentine est un dépôt de composition nouvelle qui peut se faire sur tous les métaux quels qu'ils soient. Nous avons vu des feuilles de zinc, de fer, de cuivre, de nickel, etc., argentinés directement sans autre travail que le décapage habituel.

Ce dépôt adhère très vigoureusement ; il n'est pas poreux comme le nickel. Cette dernière propriété lui donne sur ce dernier un grand avantage en ce sens que la rouille n'y pénètre pas, comme cela se passe avec les objets nickelés qui souvent perdent par place la couche déposée. La couleur, analogue à celle du nickel, est cependant moins brune, elle tend beaucoup à se rapprocher de l'argent.

L'argenture prend très bien sur ce dépôt, et, comme l'argentine est très dure, les pièces qui n'ont subi qu'une action très courte du bain d'argent résistent quand même au polissoir, tandis qu'il arrive presque toujours que la couche d'argent s'arrache dans cette opération quand elle est faite sur un métal plus mou, comme le cuivre, par exemple.

Il y a lieu d'ajouter, du reste, que si la couche d'argent partait, l'argentine ayant à peu près la même teinte, l'endroit atteint ne ferait pas tache comme avec le cuivre.

Toute la nouveauté du procédé consiste dans l'emploi de ce dépôt nommé argentine, et tout le perfectionnement provient des qualités de ce dépôt. Comme, d'autre part, le prix de revient de l'opération est analogue à celui du nickelage ordinaire, il y a tout lieu de croire que l'argentinage est destiné à prendre une place importante dans l'industrie de l'électrochimie.

P. S.

LES AVERTISSEURS E. DE BAILLEHACHE

L'électricité a été appelée, dès l'origine des chemins de fer, à venir en aide au service de l'exploitation. Elle rend aujourd'hui les plus grands services en permettant de manœuvrer facilement, même à distance, divers appareils de protection : disques, block-system, contrôleurs, avertisseurs, etc.

Un certain nombre de dispositions ont été essayées pour permettre aux trains eux-mêmes, lors de leur passage, d'effectuer d'une manière automatique, soit complètement, soit au moins partiellement, la manœuvre des signaux destinés à assurer leur propre sécurité, ou à prévenir de leur arrivée les passages à niveau, les bifurcations, etc.

Il suffit pour cela que le train, au moment où il passe au point considéré, ferme automatiquement un circuit électrique comprenant les appareils de protection qu'il doit manœuvrer, mais il faut aussi que la pièce destinée à établir le contact soit assez robuste pour supporter les chocs nombreux auxquels elle est exposée et que son bon fonctionnement soit parfaitement assuré.

Un système ingénieux de contact, imaginé il y a quelques années par M. E. de Baillehache et perfectionné depuis par l'inventeur, nous paraît présenter toutes les conditions désirables de simplicité et de solidité.

La partie essentielle de ce système est un *contre-rail* isolé, qui est fixé parallèlement au rail et à une très petite distance, de sorte que les roues de la locomotive établissent en passant un contact métallique entre les deux pièces. Ce contre-rail est formé d'une plaque de tôle d'acier B (fig. 1), de 4, 5 millimètres d'épaisseur, soigneusement isolée par des plaques de caoutchouc I, que supportent des longrines G et H, dont la première est assujettie par des tire-fond sur les traverses F de la voie. Il est placé à l'extérieur de celle-ci, à 1 centimètre d'écartement du rail, au-dessus duquel il forme un rebord de 5 millimètres, légèrement en dos d'âne à ses extrémités ; cette forme facilite l'écoulement de la boue et

des graisses, et assure le contact avec le bandage des roues, qui déprime légèrement la plaque, comme le montre la figure.

Le rail voisin A, monté sur type à coussinet, est soigneusement relié au sol, et le contre-rail est mis en communication par le câble C, recouvert de plomb, avec les appareils qu'il doit manœuvrer et le pôle positif d'une pile dont l'autre pôle est à la terre. La roue en passant, réunit la pièce B avec le sol par l'intermédiaire du rail A et le circuit se trouve fermé. D'ailleurs, le contact est toujours excellent, car le frottement des roues nettoie énergiquement les surfaces du rail et du contre-rail et les met toujours à nu, même lorsqu'elles sont salies, oxydées ou couvertes de neige.

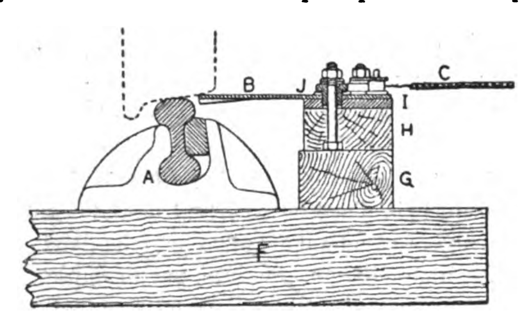


Fig. 1.

En réalité, il peut se faire que souvent le contre-rail ne soit pas parfaitement isolé et qu'un courant continu traverse le circuit en l'absence des trains; mais il suffit de disposer l'appareil de protection pour qu'il ne fonctionne pas sous l'action de ce courant continu, beaucoup plus faible que celui qui est établi par le contact métallique des roues.

Le contre-rail isolé forme donc un appareil très pratique et très robuste permettant d'actionner automatiquement un appareil quelconque de protection par le passage même des trains. On peut même, vu sa simplicité et son prix peu élevé, en établir plusieurs en un même point de la voie, pour faire mouvoir plusieurs appareils.

A cause de ces qualités, le contre-rail isolé présente de nombreuses applications; nous indiquerons seulement les principales. La plus simple consiste à prévenir de l'arrivée des trains le garde placé auprès d'un passage à niveau, d'une bifurcation, etc. Pour cela, le contre-rail, placé à 1 200 ou 1 500 mètres en avant du point considéré est relié par le

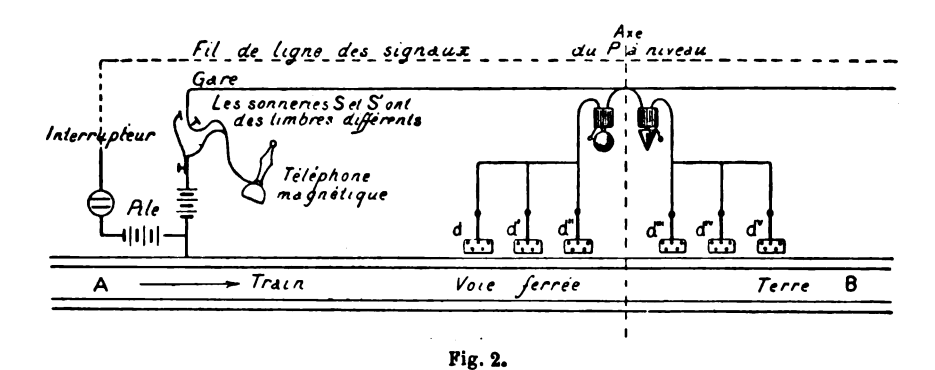


Fig. 2.

câble C avec une sonnerie et une pile placées au poste du garde; la sonnerie tinte et prévient le garde au moment où le train franchit le contre-rail.

On peut, d'ailleurs, recourir à des combinaisons plus compliquées pour obtenir des renseignements plus complets. Telle est la disposition représentée par la figure 2, et qui est destinée aux passages à niveau. Deux sonneries de timbre différent sont placées au gardiennage du passage; chacune d'elle est reliée respectivement avec trois contre-rails, d, d', d'', d''', d^{iv}, d^{v}, placés à des distances connues, de part et d'autre du passage. Si la ligne est à voie unique, le garde-barrière saura que le train vient de A ou de B, suivant

qu'il entendra d'abord la sonnerie à timbre circulaire ou la sonnerie conique, et il sera averti trois fois, ce qui évitera toute chance d'inattention ou de négligence.

On peut d'ailleurs, si on le préfère, employer un des couples de contre-rails à faire mouvoir un autre appareil de protection, par exemple à faire apparaître au passage à niveau l'inscription : *Défense de passer*, et à effacer ce signal lorsque le train a franchi la barrière.

La même disposition permet encore à la gare la plus voisine de suivre les marches des trains et de mesurer leur vitesse et au besoin d'envoyer un signal d'alarme. Il suffit de relier le gardiennage par deux fils de ligne avec cette gare, dans laquelle on place un téléphone, un interrupteur, un bouton de sonnerie et deux piles reliées à la terre par un de leurs pôles. Si l'interrupteur est fermé, le train, en franchissant l'un quelconque des contre-rails, ferme un circuit comprenant l'une des sonneries, le fil marqué en trait plein, le téléphone, la pile de droite et la terre. La sonnerie tinte pour avertir le garde-barrière, et ses vibrations se répercutant dans le téléphone, permettent au chef de gare de savoir où se trouve le train. On entend donc passer le train dans le téléphone et l'on peut même, avec un peu d'habitude, compter le nombre des wagons et savoir si le train est composé uniquement de wagons ordinaires ou s'il comprend des voitures montées à grand écartement sur quatre paires de roues. La vitesse du train peut se déduire de même des intervalles de temps qui séparent les contacts avec les six contre-rails.

La seconde pile qu'on voit à la gare est une pile de secours, destinée à renforcer la pile ordinaire, s'il en est besoin ; on utilise alors le fil de ligne représenté en pointillé.

Enfin la gare peut, si un accident est à craindre, par exemple une collision sur voie unique, lancer un signal d'arrêt sur toute la ligne. Pour cela, on ferme l'interrupteur et on appuie sur le bouton de sonnerie, figuré à gauche au-dessus de la pile. On constitue ainsi un circuit complètement métallique, qui ne comprend ni les contre-rails ni la terre. Le courant part de la pile, passe dans le bouton, suit le fil pointillé, entre dans la sonnerie du côté du marteau, passe ensuite dans le fil plein et de là dans l'interrupteur en contact avec l'autre pôle de la pile. En prolongeant le fil pointillé jusqu'au dernier passage à niveau, on pourrait actionner ainsi, de la gare, toutes les sonneries à timbre circulaire ou à timbre conique de la section, ou, ce qui serait préférable, des cloches d'alarme placées, suivant la déclivité du terrain, en des points variables ; la mise en branle de ces cloches serait, pour les mécaniciens, un signal d'arrêt absolu, et l'on aurait ainsi un moyen facile d'éviter de terribles accidents.

Sur les lignes à deux voies, où les accidents sont moins à craindre, les dispositions précédentes peuvent être plus ou moins simplifiées, et l'on peut ainsi diminuer le nombre des contre-rails.

La figure 3 montre une disposition spécialement destinée aux passages à niveau des lignes à double voie, et dans laquelle le gardiennage est muni d'une sonnerie à relais, qui tinte d'une manière continue, depuis que le train s'est annoncé jusqu'à ce qu'il ait franchi la barrière. Le garde et les personnes qui se présentent au passage sont ainsi averties d'une manière tout à fait efficace. Chacune des voies comporte un contre-rail isolé A, placé à 1 200 mètres environ en avant du poste du garde-barrière et un autre placé en B, à 100 ou 200 mètres du passage gardé et de l'autre côté.

Le train franchit d'abord le contre-rail A et fait communiquer avec la terre la pile de gauche, qui est positive, et l'électro-aimant, qui est déjà relié au sol par son autre extrémité. Sous l'influence du courant, l'électro attire une armature qui tourne autour d'un axe et vient frapper deux contacts métalliques, et reste dans cette position après que le courant de ligne a cessé. Ce mouvement de l'armature ferme le circuit de la pile locale sur la sonnerie qui tinte d'une façon continue. Lorsque le train, après avoir dépassé la barrière, arrive au contre-rail B, il lance de même dans l'électro-aimant du relais le courant de la

pile de droite, qui est négative ; l'armature est alors attirée en sens contraire et revient à sa position de repos, ce qui ouvre le circuit local : la sonnerie s'arrête aussitôt.

En réalité, le circuit de l'électro-aimant est, en temps normal, constamment fermé par l'intermédiaire d'une bobine de résistance R. Cette dérivation n'a pas une intensité suffisante pour actionner le relais ; elle sert seulement à contrôler l'état électrique de la

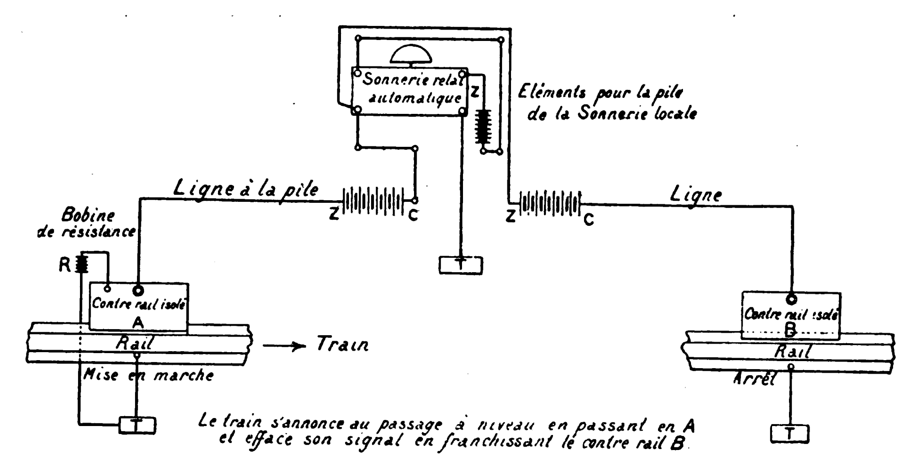


Fig. 3.

ligne. Dans ce but, le circuit contient, en outre, un petit galvanomètre, qui doit donner constamment une déviation de 4 degrés à 5 degrés. La perte de courant résultant de cette dérivation est donc très faible, et ce mode de montage réunit les avantages du courant continu et ceux du courant intermittent. Si le passage à niveau est gardé, on peut supprimer le contre-rail B, en chargeant le garde d'arrêter la sonnerie après le passage du train.

Une disposition analogue s'applique aux lignes à voie unique, mais il faut doubler le nombre des piles et des contre-rails ; on en met donc quatre, deux de chaque côté du passage, si le train lui-même doit arrêter la sonnerie.

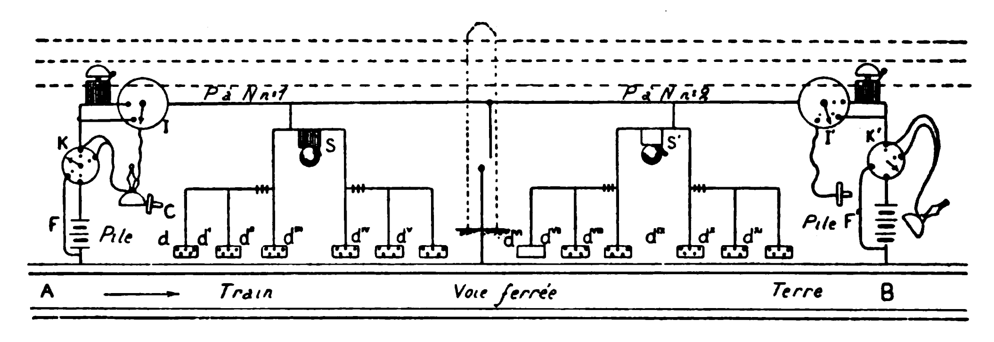


Fig. 4.

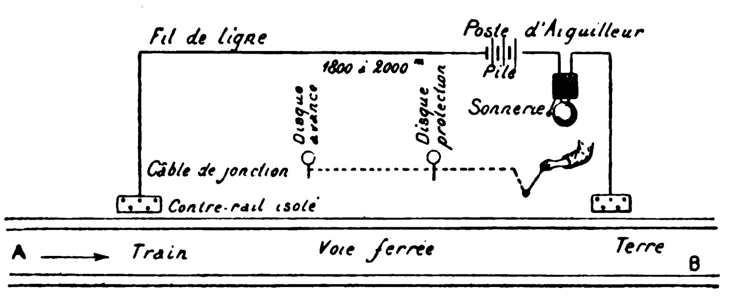
Le contre-rail isolé peut s'appliquer également au block-system. La figure 4 représente la disposition d'une section ; A et B sont les deux postes qui limitent cette section. On a supposé qu'elle contient deux passages à niveau, qui peuvent être munis chacun, soit d'une seule sonnerie, comme le montre la figure, soit de deux sonneries de timbre différent, comme dans le cas qui précède. Le train, en passant sur chacun des contre-rails,

actionne l'une des sonneries du passage à niveau et les sonneries des postes A et B ; ceux-ci peuvent donc contrôler facilement sa marche. Les piles sont supprimées aux passages à niveau ; celles des postes AB suffisent. On peut même supprimer le gardiennage des passages, en faisant mouvoir les barrières automatiquement par les contre-rails.

Les postes A et B sont en outre munis de téléphones qu'ils peuvent introduire à volonté dans le circuit, au moyen des commutateurs à manette KK′. CC′ sont des fiches métalliques servant au même usage, lorsqu'on remplace les commutateurs à manette par des commutateurs bavarois.

Enfin l'on voit, au milieu de la section, un poteau avec deux fils verticaux, dont l'un est soudé au fil de ligne et terminé par une borne, et l'autre en relation avec le rail, c'est-à-dire avec la terre, et terminé également par une borne. Cette disposition permet de créer des postes de secours très économiques, et par conséquent de les multiplier suivant les besoins. En cas de détresse, le chef de train n'a qu'à réunir les deux bornes par un interrupteur pour avertir les postes A et B par des appels de sonnerie distincts et conventionnels. Il peut également adapter aux deux bornes un appareil téléphonique et se mettre ainsi facilement en relation avec ces postes ou avec la gare la plus voisine. Ces postes de secours peuvent être installés sur les poteaux télégraphiques ; ils évitent au chef de train de se déplacer ou d'envoyer son garde-frein demander du secours à un poste éloigné lorsque le train se trouve arrêté par exemple dans la neige.

Dans le cas d'une bifurcation (fig. 5), le contre-rail se place à 1 200 mètres environ en avant du disque avancé. En admettant que le train ait une vitesse de 60 kilomètres à l'heure, l'aiguilleur aura donc 1 minute 20 secondes pour faire son disque avancé. Ce temps suffit parfaitement pour assurer un bon service d'exploitation.



Fig, 5.

Il arrive parfois qu'un mécanicien brûle un signal, c'est-à-dire ne voit pas que le disque est fermé et continue sa marche. L'emploi des pétards ne suffit pas toujours à empêcher ces accidents, et il serait utile de placer, à 20 mètres du disque avancé, un second avertisseur, qui actionnerait soit la même sonnerie que le premier contre-rail, soit plutôt une autre sonnerie d'un timbre différent. On pourrait même facilement adopter une disposition qui permettrait, si on le préférait, de ne faire tinter cette seconde sonnerie, dite d'alarme, que si, le disque étant à l'arrêt, le mécanicien avait passé outre.

Dans ce cas, il ne serait pas inutile que la sonnerie d'alarme du poste de l'aiguilleur fût remplacée par un relais, qui actionnerait en même temps, lorsque le *voyant* tomberait, une cloche placée sur le quai des voyageurs à la gare où une collision pourrait être à redouter. L'espace compris entre le disque avancé et le poste de l'aiguilleur est d'environ 1 800 mètres. Si le poste de l'aiguilleur est à 300 mètres de la gare, le chef de gare sera prévenu deux minutes au moins avant qu'une collision soit à redouter, dans l'hypothèse où le mécanicien qui aurait brûlé le signal marcherait avec une vitesse de 60 kilomètres à l'heure.

Le contre-rail isolé peut s'appliquer encore à un grand nombre de manœuvres relatives à l'exploitation des chemins de fer : actionnement de chronographes ou autres appareils enregistreurs de la vitesse des trains, verrouillement des aiguilles prises en pointe,

allumage momentané de lampes dans les tunnels ou autres points, répétition du mouvement des trains sur un appareil à cadran, etc.

Les avertisseurs de Baillehache ont été employés avec succès à l'exploitation du chemin de fer Decauville, pendant l'Exposition de 1889. Cette exploitation était des plus difficiles, les trains partant souvent, sans heure réglée, dès qu'ils étaient complets. Dans ces conditions particulièrement dangereuses, ces appareils ont donné plus d'un million de contacts électriques avec une parfaite régularité. Depuis cette époque, les avertisseurs de Baillehache ont été adoptés sur les lignes d'Orléans et de l'État.

Julien Lefèvre.

REVUE DE LA PRESSE TECHNIQUE ET DES SOCIÉTÉS SAVANTES

Société internationale des Électriciens

Séance du 2 décembre 1891

Dans la réunion précédente, M. Hospitalier avait fait une relation de ce qu'il avait vu à l'exposition de Francfort comme application des courants polyphasés au transport et à la distribution de l'énergie électrique

Cette exposition, disait-il, a montré pour la première fois en Europe, sous une forme pratique, presque industrielle, les moyens de produire ces courants, de les transformer et de les transporter à de grandes distances.

Cette forme de langage avait fait naître dans l'esprit des auditeurs que les rendements industriels d'un tel système étaient suffisamment satis faisants pour autoriser, d'ores et déjà, leur mise en pratique.

Une discussion devait avoir lieu à ce sujet.

Seul y a pris part notre collègue, M. Rechniewski. Se basant sur des considérations d'ordre théorique que nous ne pouvons développer aujourd'hui dans l'exiguïté d'un compte rendu sommaire de la séance, mais sur lesquelles nous reviendrons ultérieurement, il a fait germer des doutes sur la possibilité d'obtenir toujours de hauts rendements qui sont, a-t-il dit d'une façon fort pittoresque, plutôt un trompe-l'œil.

La parole a été ensuite donnée à M. Saladin, qui a présenté en quelques mots les motifs généraux d'emploi du matériel mécanique dans les mines.

La comparaison entre les données du transport de l'énergie par l'air comprimé et l'électricité laisse à celle-ci un avantage réel de 50 0/0 sur l'installation et 50 0/0 sur le rendement pour les distances usuelles de 1 500 à 2 000 mètres de transport dans les mines.

En examinant les installations du genre de celle des mines de Blanzy, le conférencier a mis en relief le point très important que l'électricité permettait d'assurer mieux que l'air comprimé, et à prix de revient égal de la tonne de houille, la sécurité dans les exploitations grisouteuses.

Il a passé ensuite à la description sommaire des machines dont les photographies étaient projetées sur le tableau: machines de sondage au diamant creusant des trous horizontaux jusqu'à 500 m de longueur ; perforatrices rotatives et perforatrices Van Depoele à percussion employant une combinaison de courants continus et de courants alternatifs qui dispensent de l'usage du collecteur.

Défilent successivement un grand nombre de haveuses mues par l'électricité, outils qui peuvent, dans les cas favorables, créer une économie de 25 à 40 0/0 sur l'abattage et diminuer dans la proportion de 1 à 5 le nombre des mineurs nécessaires à l'extraction de la même quantité de charbon.

Il y a d'autres engins actionnés par l'électricité qui sont employés dans les mines: à Anzin et à Marles fonctionnent un treuil électrique et une locomotive de fond construits par la société Edison.

Les pompes d'épuisement et les ventilateurs sont très fréquemment mis en mouvement par le courant électrique.

Une application à ceux-ci paraît toute indiquée. Il n'est pas rare de rencontrer dans les bassins houillers, loin de tout centre d'extraction, de grands ventilateurs commandés par des machines à vapeur. Il y a donc là toute une installation de chaudières et de machines motrices qui exigent l'emploi de chauffeurs et mécaniciens. Combien il serait aisé et assurément plus économique de faire l'application de la commande électrique à distance.

La communication de M. Saladin, tout entière orientée vers les emplois d'ordre pratique et industriel de l'électricité a vivement intéressé les auditeurs.

E. D.

Dynamomètre pour petits moteurs

Par John Hoskin

Le dynamomètre à friction que j'ai l'honneur de vous présenter n'offre rien de nouveau, je le crois pourtant appelé à trouver chez les électriciens un emploi répandu.

Ainsi que le frein bien connu de Prony, il agit comme dynamomètre d'absorption. Sans vouloir contester la valeur du frein de Prony pour les essais sur des moteurs quelque peu puissants, je crois être l'interprète de tous en disant que nous avons besoin de quelque chose de plus maniable et d'emploi plus commode dans les cas très nombreux où on désire se rendre compte du rendement de petits moteurs. Il nous faut un instrument transportable, peu coûteux, d'emploi facile et prompt, mais donnant pourtant des indications exactes.

Nous trouvons cet instrument dans un dynamomètre à friction, l'une des nombreuses modifications de ceux décrits par M. William Worby Beaumont, dans sa note sur les dynamomètres de friction lue le 13 novembre 1888 devant l'« Institution of Civil Engineers de Londres » et publiée en 1889 dans les « *Proceedings* » de cette Société.

Il suffit pour l'établir d'une courroie de cuir et d'une balance à ressort attachée à l'une de ses extrémités et chargée d'un poids convenable à l'autre extrémité. La courroie est placée sur la poulie de transmission du moteur à essayer et le ressort fixé au sol ou supporté par le moteur même avec sa charge pendant sur le côté. Le mouvement de la poulie tend à soulever cette charge.

La lecture faite sur le peson, le moteur en repos, donne par exemple W; celle faite lorsque le moteur est en mouvement sera W' plus grande que W puisque le frottement de la courroie sur la poulie tend à augmenter le poids. La différence entre W et W' en livres, multipliée par la circonférence de la poulie en pieds (y compris la demi-épaisseur de la courroie) et par le nombre de tours à la minute, donnera en livres-pieds [1] l'énergie mécanique que l'on pourra comparer de la manière habituelle avec l'énergie électrique.

Ainsi, en quelques minutes, avec le secours d'un compteur de vitesse, ou tachéomètre, d'un voltmètre et d'un ammètre, on pourra déterminer le rendement d'un moteur et se rendre compte tout de suite s'il peut fournir le travail qu'on en attend, au lieu d'en être réduit à des suppositions comme cela serait souvent le cas s'il fallait recourir à des appareils d'usage moins aisé.

[1] Pour avoir la valeur de cette énergie en kilogrammètres il suffirait évidemment de lire les charges au peson en kilogrammes et de mesurer en mètres le développement de la circonférence de la poulie.

L. F.

Il ne faudrait d'ailleurs pas croire que cette forme de dynamomètre n'est applicable qu'aux petits moteurs; mais il est clair que pour les essais de grosses machines donnant plusieurs chevaux de force, l'appareil exige des précautions spéciales: usage de blocs de friction, leur lubrification, emploi d'un dash-pot pour affermir le frein quand la force motrice est irrégulière. Enfin sans qu'il soit besoin de s'étendre davantage, tous les soins qu'exige de même le frein de Prony pour donner des résultats exacts.

Avant de terminer, je désirais appeler votre attention sur le parti que l'on pourrait tirer de la pompe rotative de Waldron comme dynamomètre. Je n'ai pas connaissance qu'elle ait jamais été employée comme telle, mais je crois qu'elle pourrait rendre des services dans cette voie.

Elle comporte en effet un piston rotatif fonctionnant dans une chambre, sans pertes et avec un frottement très faible qui pourrait être calculé rapidement pour servir de « constante ». La capacité par révolution et le nombre de révolutions étant connus ainsi que la pression à laquelle travaille la pompe, pression qui peut être régularisée, on calculera aisément le travail fourni.

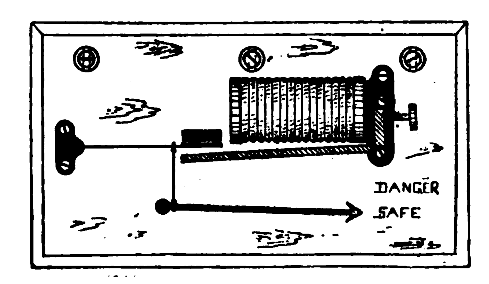
On aurait de la sorte le travail fait, même avec une vitesse irrégulière, et les résultats présenteraient plus de sécurité encore que ceux obtenus avec le dynamomètre à friction, puisqu'on éliminerait ainsi les irrégularités dues aux différences de lubrification, de température, etc., qui rendent nécessaires l'usage de vis d'ajustage dans la plupart des formes du dynamomètre a friction.

L. F.

(*Electrical Section of the Franklin Institute*, 5 *mai* 1891.)

Protecteur simple

L'instrument que représente la figure ci-dessous a été inventé par M. G.-T. Woods, de New-York, pour la protection des téléphones, télégraphes et



autres installations analogues contre l'action de la foudre ou des courants à haute tension dus au contact des fils de ligne de ces appareils avec des câbles pour lumière ou pour tramway.

L'appareil, qui mesure 0,125 m sur 0,087 m,

se compose, comme le montre la figure, d'un noyau sur lequel est enroulé un gros fil à très faible résistance et que l'on intercale dans le circuit de l'appareil à protéger. En temps ordinaire, le protecteur n'agit pas ; mais, dès que survient un courant à haute tension, il y a attraction d'une armature qui détermine la mise à la terre, en même temps qu'une petite flèche, indiquée à droite de la figure, vient se placer sur le mot « danger ». Dès que le courant extraordinaire cesse, le protecteur reprend de lui-même sa position primitive, ce qu'indique l'aiguille qui, vient alors se placer sur le mot « safe » qui veut dire *sécurité*.

L'appareil a donné les meilleurs résultats dans les essais auxquels il a été soumis par les électriciens américains.

L. F.

Nouvelle forme de pile-étalon

Par M. Carl Hering

On peut dire que les seules piles-étalon en usage sont celles de Clark et de Daniell. Elles ont chacune leurs avantages et leurs inconvénients.

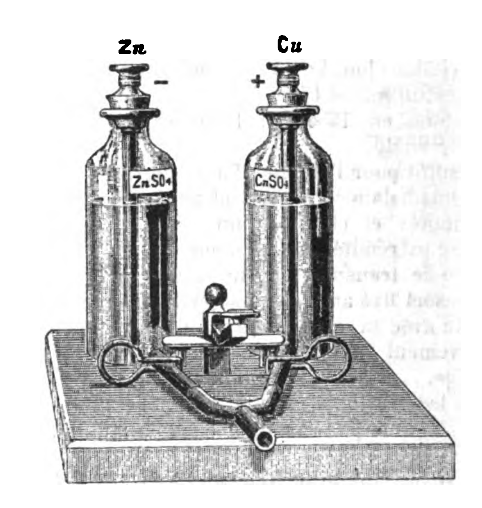
La pile Clark est toujours prête à être employée mais elle est difficile à faire, elle est affectée par les variations de température et, s'il se produit un court-circuit, elle se polarise si vite et à tel point qu'elle ne peut être utilisée qu'après l'avoir laissée reposer quelque temps. De tels courts circuits peuvent très bien survenir, par exemple par le croisement de deux fils à l'insu de l'opérateur, et rendre incorrectes les mesures prises pendant qu'il existe.

La pile Daniell ne se polarise pas; elle peut servir presque immédiatement après un court-circuit; chacun peut la construire facilement et, en pratique, elle est indépendante des variations de température. Mais elle a ce grave inconvénient qu'il faut la monter au moment de s'en servir; elle ne peut être conservée.

Les qualités, bonnes et mauvaises, de ces deux piles, sont donc comptètement différentes.

Le but de la forme d'élément que je vais décrire est de réunir les avantages de l'un et de l'autre des deux types précédents dans un seul appareil. Comme la polarisation de la pile de Clark est un défaut inhérent au système et auquel il est impossible de remédier, la seule voie à suivre était d'essayer de trouver une forme de la pile Daniell qui fut toujours prête à être employée. La difficulté résidait dans l'existence des deux liquides qui doivent être en contact; ces liquides tendent à se mélanger, et s'ils se mélangent si peu que ce soit, la pile cesse d'être utilisable comme étalon. Il s'agissait donc de trouver le moyen de mettre les deux liquides en contact sans qu'ils puissent se mélanger. On a inventé dans ce but de nombreuses formes de la pile Daniell; mais elles ne le remplissent que jusqu'à un certain point. On s'est servi, par exemple, de tubes capillaires, de diaphragmes poreux, etc.; ces organes ne font que diminuer la rapidité avec laquelle s'effectue le mélange, ils ne l'empêchent pas. Dans d'autres formes, où deux vases communiquent ensemble par un tube, le mélange se produit très rapidement, à moins que la pression du liquide soit exactement la même dans les deux vases, condition qu'il n'est pas facile de réaliser.

J'ai eu l'occasion, il y a quelque temps, de me servir d'une pile de ce genre, inventée par M. le professeur Barker. Elle consistait en deux flacons renfermant les deux liquides avec leurs électrodes respectives et reliés au fond par un petit tube muni d'un robinet d'arrêt. On n'ouvrait le robinet que pendant que l'on se servait de l'appareil. Mais il suffisait de quelques secondes pour que le mélange s'opérât dans une proportion



notable, surtout quand la pression des deux liquides différait. Or il est très difficile d'éviter cet inconvénient tant à cause de la différence des poids spécifiques des deux liquides que de celle de leur niveau dans les deux flacons.

J'ai modifié le dispositif dont je viens de parler en plaçant deux robinets sur le tube et en mettant la partie du tube, comprise entre les deux robinets, en communication avec l'air, comme le montre la figure ci-dessous. De la sorte, le mélange qui se produit au contact des deux liquides s'écoule à mesure qu'il se forme et ne peut entrer dans les vases; les liquides restent toujours purs dans la région où baignent les électrodes. Pour que l'écoulement ne soit pas trop rapide et que les liquides ne soient pas déposés inutilement, on met dans les tubes un peu de papier à filtrer, d'amiante ou de coton. Alors même que le tube est vidé, il y reste toujours une quantité de liquide suffisante pour assurer le

contact, la pile n'étant jamais utilisée qu'à circuit ouvert. J'ai même trouvé que le peu de liquide, qui reste dans le tube quand les robinets sont fermés, suffit à produire une force électromotrice, laquelle tombe immédiatement dès qu'on laisse passer le moindre courant.

Naturellement, la résistance intérieure d'une telle pile est très élevée (10 000 à 20 000 ohms), mais cela n'a pas d'inconvénient pour les essais usuels à circuit ouvert.

La force électromotrice d'un élément Daniell est, suivant M. Fleming, égale à 1,105 volts à la température de 16° C. quand le poids spécifique de la solution de zinc est 1, 2 et celui de la solution de cuivre 1, 2, que le zinc est amalgamé et le cuivre fraîchement déposé par électrolyse et ayant une surface brillante exempte de taches.

La correction de température peut être négligée. Les solutions et les métaux doivent être parfaitement purs; les premières, faites avec de l'eau distillée et filtrée, sont diluées au degré voulu après la filtration.

Cette pile peut se conserver indéfiniment et est toujours prête pour l'emploi. La seule objection qu'on pourrait lui faire est que l'électrode en cuivre ne reste pas propre. Elle doit être recouverte d'une couche électrolytique avant de la faire servir, ce qui se fait facilement dans un tube d'essai avec une anode en platine. Pour obvier à cela, je propose de la conserver dans un tube rempli de mercure. Je n'ai pas encore essayé si ce mode de conservation aurait des inconvénients.

Une autre modification serait de mettre au fond du flacon qui contient la solution de zinc une certaine quantité de copeaux de zinc pur, non en contact avec l'électrode, et, de même, des copeaux de cuivre dans l'autre flacon. S'il venait à entrer un mélange des liquides dans les flacons, l'impureté serait absorbée dans chacun par ces métaux qui, n'étant pas en contact avec les électrodes, n'affecteraient pas la force électromotrice.

En expérimentant sur la pile, j'ai remarqué un curieux phénomène qui n'est, je crois, pas connu. La légère pression assurée sur les liquides des flacons lorsqu'on les bouche produit une différence marquée dans la force électromotrice de la pile. Cette remarque a été faite pour chacun des deux liquides et la différence n'était pas la même dans les deux cas. Il est donc essentiel d'employer des bouchons percés d'un trou, pour empêcher qu'aucune pression ne s'exerce. Depuis, les effets de cette pression ont été étudiés par M. le professeur Hermann Hering dansune série d'expériences et feront le sujet d'une note.

J.

(*Franklin Intitute, section d'Électricité, séance du 7 avril* 1891).

Électromètres de poche

Par M. C.-V. Boys

M. Boys décrit diverses modifications aux électromètres portatifs.

Comme les fibres de quartz augmentent la délicatesse des instruments et atténuent les influences perturbatrices, elles permettent l'usage de forces directrices beaucoup plus petites que quand la suspension est en soie. M. Boys a fait ressortir récemment les grands avantages des petits galvanomètres; appliquant le même raisonnement aux électromètres, il fait remarquer qu'en donnant à un instrument le dixième seulement de la taille habituelle, on réduit le moment d'inertie de l'aiguille à un dizième, et le couple déviateur au dixième de ce qu'il était, pour un potentiel donné. L'instrument de petite taille aurait, pour la même durée de période, une sensibilité 10 000 fois plus grande que les instruments de grande dimension, si les influences perturbatrices peuvent être réduites dans la même proportion. Ceci n'est ordinairement pas possible, car tous les procédés de contact avec l'aiguille — par exemple celui du fil métallique fin plongeant dans de l'acide ou du mercure — empêchent d'employer des forces directrices très petites. Cependant, avec des dispositions convenables, on peut réaliser l'avantage en question dans une mesure très notable. Il est essentiel, pour cela, que l'aiguille soit suspendue librement, sans contact liquide.

Dans le premier instrument construit sur ce principe, l'aiguille était cylindrique; ses quartiers contigus étaient isolés et reliés aux extrémités opposées d'une toute petite pile sèche logée dans l'aiguille. Les quartiers opposés avaient alors le même potentiel et un potentiel différent de celui des deux autres quartiers. Le tout était suspendu dans un tube de verre argenté à l'intérieur et divisé en quatre parties par de fines lignes longitudinales. Dans cet instrument, l'aiguille et les quadrants sont réciproques, et la déviation est proportionnelle au produit de la différence de potentiel entre les quadrants par la différence de potentiel entre les parties de l'aiguille. Mais, la pile n'étant pas constante, on ne peut se fier à l'instrument. Quand il travaille dans ses meilleures conditions, un élément Grove donne une déviation de 30 ou 40 mm.

Le perfectionnement suivant a consisté dans l'emploi d'une aiguille cruciforme en zinc et platine, et à compter sur l'électricité de contact pour que les parties de l'aiguille conservent des potentiels différents. Cette hardie expérience a été couronnée de succès; on a trouvé l'instrument très sensible.

Puis on a donné à l'aiguille la forme d'un disque composé de quadrants en zinc et en platine alternants. Avec cet instrument, on a pu mesurer une petite fraction de volt. Dans un autre petit

instrument, les quadrants sont en zinc et cuivre, et en les faisant tourner d'un angle de 90 degrés, de manière à les mettre dans différentes positions par rapport aux parties de l'aiguille, on produit une déviation de plusieurs degrés. J.

(*Physical Society, séance du* 26 *juin* 1891)

CHRONIQUE

Les brevets d'invention en France. — Voici quelques chiffres intéressants empruntés à une conférence faite récemment par M. Jules Armengaud au Conservatoire des arts et métiers.

Il s'agit des brevets d'invention pris en France, depuis leur création par l'Assemblée constituante, qui la première, on le sait, a reconnu le droit de l'inventeur sur sa découverte.

Les brevets sont en somme des documents qui mettent au jour les découvertes. Grâce à eux, plus de procédés perdus, de moyens tombant dans l'oubli, parce que leurs inventeurs les avaient tenus secrets pour ne pas en être dépouillés. Les brevets que l'on peut consulter, que l'on publie, deviennent ainsi des agents de transmission du progrès; ils enrichissent le domaine public des connaissances nécessaires à la marche de la civilisation.

Ce n'est pas que tous les brevets se rapportent à des inventions caractéristiques. Il n'en est qu'un petit nombre qui soient originales, hors de pair et aient atteint une durable célébrité; mais, à côté de celles-là, combien de perfectionnements, de changements ingénieux sont à citer, qui n'en contribuent pas moins dans une forte mesure au développement des diverses industries. Toutes peuvent servir plus ou moins de guide aux chercheurs et les diriger vers le but à atteindre. Rares peut-être sont les inventions qui survivent, mais toutes ou presque toutes ont contribué ou contribuent à la victoire remportée sur l'indifférence et la routine.

C'est à ce point de vue qu'il est intéressant de suivre la marche des brevets.

D'ailleurs, certain nombre de brevets importants avaient été pris avant la promulgation de la loi de 1791, parmi lesquels on peut citer celui de Glauber pour la préparation du sulfate de soude; de Leblanc pour la fabrication de la soude artificielle; de Ph. Lebon pour l'extraction du gaz de la houille; de Carcel et de Dallery, précurseur de Sauvage, qui réalisa le premier l'application pratique du propulseur à hélice.

Comme on le pense, la période tourmentée qui suivit la promulgation de la loi de 1791 ne lui permit pas de donner tout ce qu'on en pouvait espérer. Le nombre des brevets, qui fut de 34 en 1791, de 29 en 1792, tomba à 4 en 1793 et varia de 5 à 10 jusqu'en 1798. Il s'élève avec quelques variations pendant l'Empire, et il atteint le chiffre de 96 en 1812, mais descend à 53 en 1814. Sous la Restauration, le nombre des brevets augmente et atteint 452 en 1829, pour s'infléchir à 336 en 1830 et à 220 en 1831. Il se relève sous la monarchie de Juillet, et le nombre des brevets est de 1 439 en 1843, année qui précède la loi réformatrice de 1844, qui nous régit actuellement. Cette loi, tout en reposant sur les principes fondamentaux de la loi de 1791, améliorait son aînée sur deux points très importants : d'une part, le fractionnement en annuités de 100 fr. de la taxe de 500, 1 000 ou 1 500, selon qu'il s'agissait d'un brevet demandé pour 5, 10 ou 15 ans, et, d'autre part, la faculté pour l'inventeur français de se faire breveter à l'étranger sans encourir la perte de ses droits.

A partir de 1844, le nombre des brevets se trouve porté à 2 000 environ par année jusqu'en 1847; il tombe à 853 en 1848, puis remonte à 1 836 en 1851; il suit une marche ascendante pendant les premières années du second Empire; il est doublé en 1855 (4 056 brevets) et, à partir de cette année, il reste à peu près stationnaire, arrivant seulement à 4 579 en 1869.

Pendant les années terribles, le nombre des brevets s'effondre à 3 029 (1870) et 2 325 (1871); il remonte rapidement à 4 000, 5 000 et atteint le chiffre de 6 348 en 1878, année de la grande Exposition universelle. Il continue à s'élever graduellement, pour atteindre le chiffre de 7 810 en 1889. Il est aujourd'hui de 7 634 (1890).

En résumé, le nombre total des brevets avait été de 17 300 environ de 1791 à 1844; il a atteint le chiffre de 212 000 de 1844 jusqu'à ce jour.

La conséquence générale qu'on peut tirer de ces chiffres, c'est que le nombre des innovations et des perfectionnements tend de plus en plus à se développer. S'il se produit un recul ou un temps d'arrêt aux époques de révolution ou de guerre, le progrès reprend dans les périodes de calme et de prospérité.

Mais il est une autre cause qui exerce une influence non moins sensible sur la marche des brevets, c'est l'invention elle-même mise au jour par le brevet. Il suffit, en effet, d'une invention type pour entraîner à la suite une multitude de perfectionnements et de recherches qui gravitent autour de l'invention première, et l'amènent à sa perfection.

Les machines agricoles, la culture intensive, les industries textiles, la machine à coudre, la photographie, la découverte de l'aniline et aujourd'hui le vélocipède sont au nombre de ces inventions types qui deviennent l'origine d'une multitude d'inventions secondaires.

(*Revue Scientifique*).

L'Éditeur-Gérant : GEORGES CARRÉ.

Tours, imp. Deslis Frères, 6, rue Gambetta.



TABLE DES MATIÈRES

DU TOME II

Accumulateurs

Appareils divers

Applications diverses

Bibliographie

Brevets d'invention

Canalisations électriques. Fils et câbles

Chronique

Correspondance

Divers

Dynamos et moteurs

Eclairage

Électricité atmosphérique. — Magnétisme terrestre

Électricité générale. — Recherches théoriques et expérimentales

Électrochimie-Électrométallurgie

Électrophysiologie et Électrothérapie



TABLE DES NOMS D'AUTEURS


Digitized by Google



TOURS, IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES, RUE GAMBETTA, 6.



